



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática
Unidad de Posgrado

**Contribuciones en el proceso de elicitación de
requisitos: factores, actividades y cualidades**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctor en Ingeniería de
Sistemas e Informática

AUTOR

Lenis Rossi WONG PORTILLO

ASESOR

David Santos MAURICIO SÁNCHEZ

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Wong, L. (2019). *Contribuciones en el proceso de elicitación de requisitos: factores, actividades y cualidades*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática / Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática
Vicedecanato de Investigación y Posgrado
Unidad de Posgrado

SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

En la Ciudad Universitaria, a los quince (15) días del mes de febrero del 2019, siendo las horas, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el Jurado de Tesis conformado por los siguientes docentes:

Dra. Nora Bertha La Serna Palomino (Presidente)
Dra. Luz Sussy Bayona Oré (Miembro)
Dr. Willy Ugarte Rojas (Miembro)
Dr. David Santos Mauricio Sánchez (Asesor)

Se inició la Sustentación invitando a la candidata a Doctor **Lenis Rossi Wong Portillo**, para que realizara la exposición oral y pública de la tesis para optar el Grado Académico de Doctor en Ingeniería de Sistemas e Informática, siendo la Tesis intitulada:


“Contribuciones en el Proceso de Elicitación de Requisitos: Factores, Actividades y Cualidades”

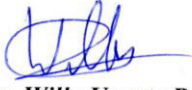
Concluida la exposición, los miembros del Jurado de Tesis procedieron a formular sus preguntas que fueron absueltas por la graduanda; acto seguido se procedió a la evaluación correspondiente, habiendo obtenido la siguiente calificación:

17


Por tanto el Presidente del Jurado, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos, le otorga a la Magister **Lenis Rossi Wong Portillo** el Grado Académico de Doctor en Ingeniería de Sistemas e Informática.

Siendo las... 12:40 horas, el Presidente del Jurado de Tesis da por concluido el acto académico de Sustentación de Tesis.


Dra. Nora Bertha La Serna Palomino
(Presidente)


Dr. Willy Ugarte Rojas
(Miembro)


Dra. Luz Sussy Bayona Oré
(Miembro)


Dr. David Santos Mauricio Sánchez
(Asesor)

1. Código ORCID del Autor: <https://orcid.org/0000-0002-5032-3233>
2. Código ORCID del Asesor: <https://orcid.org/0000-0001-9262-626X>
3. Grupo de Investigación: Inteligencia Artificial
4. Institución que Financia la Investigación: UNMSM
5. Ubicación Geográfica (Incluir Localidad y Coord. Geográficas): Lima, Perú,
12°03'30"S 77°05'00"O
6. Año o rango de Años que abarco la investigación: 2014 - 2018
7. DNI: 10438282

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a toda mi familia, en especial a mi esposo Tetzuzo y a mi hija Siulei, a quienes amo y admiro profundamente.

Con todo mi corazón a mi padre Hong Yi, que está en el cielo. A mi madre querida Julia y a todos mis hermanos.

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Dr. David Santos Mauricio Sánchez, por la orientación, revisión y dedicación para que este trabajo cumpla con los objetivos trazados.

Al Dr. Glen Rodríguez Rafael, por su orientación, consejos y revisiones del presente trabajo.

A los profesores Dr. Igor Aguilar Alonso y Dr. José Luis Castillo Sequera José Luis, por sus recomendaciones y revisiones de los artículos relacionados con la presente tesis.

A todos los docentes del programa doctoral, por sus grandes enseñanzas que sirvieron de mucho en la elaboración de la presente tesis.

Al consejo editorial de Journal of Engineering Science and Technology (Taylor's University, Malasia), por la publicación de tres artículos científicos.

A todas las empresas privadas, instituciones públicas y ex alumnos de pregrado y posgrado de la facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, por la participación en las encuestas, lo cual permitieron la validación de los resultados.

A Arón Paz, por el apoyo en el análisis estadístico de los resultados.

A Karin Salvatierra, por la revisión lingüística.

A mis colegas de la UNMSM y amigos del programa doctoral, por sus observaciones y porque en todo momento me incentivaron para que culmine este trabajo.

Al jurado revisor, por sus reomendaciones y revisiones de la presente tesis.

A todas aquellas personas que indirectamente me ayudaron para culminar este trabajo y que muchas veces constituyen un invalorable apoyo.

Y por encima de todo doy gracias a Dios.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	V
ÍNDICE GENERAL	VI
LISTA DE CUADROS	XI
LISTA DE FIGURAS	XIV
RESUMEN	XVIII
ABSTRACT	XIX
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Situación problemática.....	1
1.2 Formulación del problema.....	5
1.2.1 Problema general.....	5
1.2.2 Problemas específicos.....	5
1.3 Justificación	5
1.4 Motivación del estudio	9
1.5 Objetivos	10
1.5.1 Objetivo general.....	10
1.5.2 Objetivos específicos.....	10
1.6 Propuesta	11
1.7 Matriz de consistencia	11
1.8 Organización de la tesis.....	15

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	18
2.1 Requisitos de software.....	18
2.1.1 Conceptos.....	18
2.1.2 Tipos de Requisitos de software	19
2.1.3 Cualidades de un buen requisito de software	20
2.2 Ingeniería de requisitos.....	25
2.2.1 Conceptos.....	25
2.2.2 Proceso de ingeniería de requisitos	26
2.2.3 Modelos del proceso de elicitación de requisitos	27
2.3 Bases teóricas	29
2.3.1 Teoría del aprendizaje organizacional	30
2.3.2 Teoría del comportamiento organizacional	30
2.3.3 Modelo de aceptación de la tecnología (TAM)	32
2.3.4 Teoría de la argumentación.....	32
2.3.5 Teoría del capital social.....	32
2.3.6 Teoría del actor-red.....	32
2.3.7 Síndrome de la adaptación general de Selye	33
2.3.8 Teoría del crecimiento de la empresa	33
2.4 Nomenclaturas, símbolos y abreviaturas	33
CAPÍTULO 3: ESTADO DEL ARTE	36
3.1 Introducción	36
3.2 Metodología de Investigación.....	37
3.2.1 Planificación de la revisión.....	38
3.2.2 Desarrollo de la revisión	38
3.2.3 Resultados de la revisión	40
3.2.4 Tendencias sobre publicaciones	40
3.3 Análisis de estudios	43
3.3.1 Aspectos cubiertos.....	46
3.3.2 Actividades	92
3.3.3 Factores que influyen.....	94
3.4 Análisis de resultados	96
3.4.1 Aspectos cubiertos (Q1)	96

3.4.2	<i>Actividades (Q2)</i>	101
3.4.3	<i>Factores que influyen (Q3)</i>	102
3.4.4	<i>Análisis cruzado</i>	102
3.5	Conclusiones	106

CAPÍTULO 4: NUEVOS FACTORES QUE AFECTAN EN EL PROCESO DE ELICITACIÓN DE REQUISITOS 108

4.1	Introducción	108
4.2	Antecedentes y motivación	110
4.2.1	<i>Actividades del proceso de elicitación de requisitos</i>	110
4.2.2	<i>Factores que afectan en la elicitación de requisitos</i>	111
4.2.3	<i>Motivación</i>	113
4.3	Identificación de nuevos factores	114
4.3.1	<i>Actividades</i>	114
4.3.2	<i>Nuevos factores</i>	116
4.3.3	<i>Hipótesis</i>	121
4.3.4	<i>Modelo conceptual (Factores → Actividades)</i>	125
4.4	Metodología	126
4.4.1	<i>Tipo y diseño de investigación</i>	126
4.4.2	<i>Unidad de análisis</i>	127
4.4.3	<i>Población y muestra</i>	127
4.4.4	<i>Selección de la muestra</i>	129
4.4.5	<i>Recolección de datos</i>	130
4.4.6	<i>Confiabilidad de datos</i>	131
4.4.7	<i>Análisis e interpretación de datos</i>	131
4.5	Resultados y discusión	131
4.5.1	<i>Confiabilidad de Datos</i>	131
4.5.2	<i>Análisis descriptivo de la población</i>	132
4.5.3	<i>Análisis de correspondencia simple (ACS)</i>	140
4.5.4	<i>Análisis de correspondencia múltiple (ACM)</i>	143
4.5.5	<i>Prueba de hipótesis (T-Sudent)</i>	155
4.5.6	<i>Discusión</i>	157
4.6	Conclusiones	159

CAPÍTULO 5: RELACIONES ENTRE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE ELICITACIÓN Y CUALIDADES DE REQUISITOS 161

5.1	Introducción	161
5.2	Antecedentes y motivación.....	163
5.2.1	<i>Actividades del proceso de elicitación de requisitos</i>	<i>163</i>
5.2.2	<i>Cualidades de un “buen requisito”</i>	<i>164</i>
5.2.3	<i>Motivación.....</i>	<i>166</i>
5.3	Relaciones entre actividades y cualidades.....	167
5.3.1	<i>Actividades</i>	<i>167</i>
5.3.2	<i>Cualidades.....</i>	<i>167</i>
5.3.3	<i>Hipótesis</i>	<i>168</i>
5.3.4	<i>Modelo conceptual (Actividades ↔ Cualidades)</i>	<i>179</i>
5.4	Metodología.....	180
5.4.1	<i>Tipo y diseño de investigación</i>	<i>180</i>
5.4.2	<i>Unidad de análisis</i>	<i>180</i>
5.4.3	<i>Población y muestra.....</i>	<i>180</i>
5.4.4	<i>Selección de la muestra</i>	<i>181</i>
5.4.5	<i>Recolección de datos.....</i>	<i>182</i>
5.4.6	<i>Confiabilidad de datos</i>	<i>182</i>
5.4.7	<i>Análisis e interpretación de datos</i>	<i>183</i>
5.5	Resultados y discusión.....	183
5.5.1	<i>Confiabilidad de datos</i>	<i>183</i>
5.5.2	<i>Análisis descriptivo de la población</i>	<i>184</i>
5.5.3	<i>Análisis de correspondencia simple (ACS)</i>	<i>192</i>
5.5.4	<i>Análisis de correspondencia múltiple (ACM)</i>	<i>195</i>
5.5.5	<i>Prueba de hipótesis (T-Student)</i>	<i>214</i>
5.5.6	<i>Discusión</i>	<i>216</i>
5.6	Conclusiones	217

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS 219

6.1	Conclusiones	219
6.1.1	<i>Conclusión general.....</i>	<i>219</i>
6.1.2	<i>Conclusiones específicas.....</i>	<i>219</i>

6.2	Limitaciones	221
6.3	Trabajos futuros	222
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		223
ANEXOS.....		241
ANEXO A. Encuestas de validación		241
<i>Anexo A.1. Estructura de la encuesta para determinar factores que influyen en las actividades del proceso de elicitación de requisitos.....</i>		<i>241</i>
<i>Anexo A.2. Estructura de la encuesta para determinar las relaciones entre “Actividades y Cualidades”</i>		<i>246</i>
ANEXO B. Datos estadísticos del ACM (Factores → Actividades)		251
<i>Anexo B.1. Valores del ACM (F1 → A1, A2, A3, A4)</i>		<i>251</i>
<i>Anexo B.2. Valores del ACM (F3 → A1, A2, A3, A4, A5, A7).....</i>		<i>252</i>
<i>Anexo B.3. Valores del ACM (F4 → A4, A6)</i>		<i>253</i>
<i>Anexo B.4. Valores del ACM (F6 → A4, A5)</i>		<i>254</i>
ANEXO C. Datos estadísticos del ACM (Actividades ↔ Cualidades)		255
<i>Anexo C.1. Valores del ACM (A1 ↔ C1, C2, C3, C9, C13)</i>		<i>255</i>
<i>Anexo C.2. Valores del ACM (A2 ↔ C1, C3, C9)</i>		<i>256</i>
<i>Anexo C.3. Valores del ACM (A3 ↔ C3, C9)</i>		<i>256</i>
<i>Anexo C.4. Valores del ACM (A4 ↔ C1, C2, C3, C4, C6, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16).....</i>		<i>257</i>
<i>Anexo C.5. Valores del ACM (A5 ↔ C1, C3, C6, C9, C10, C11, C13, C14, C16)</i>		<i>259</i>
<i>Anexo C.6. Valores del ACM (A6 ↔ C1, C2, C3, C4, C5, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16).....</i>		<i>260</i>
<i>Anexo C.7. Valores del ACM (A7 ↔ C1, C2, C3, C9, C13, C14, C16)</i>		<i>262</i>
ANEXO D. Cartas de invitación a empresas.....		264
ANEXO E. Producción científica sobre la Investigación.....		272
<i>Anexo E.1. Lista de artículos científicos.....</i>		<i>272</i>
<i>Anexo E.2. Cartas de aceptación de artículos</i>		<i>273</i>

LISTA DE CUADROS

<i>Tabla 1.</i> “Reporte del Manifiesto”, datos estadísticos por años	7
<i>Tabla 2.</i> Matriz de consistencia.....	12
<i>Tabla 3.</i> Lista de nomenclaturas, símbolos y abreviaturas	33
<i>Tabla 4.</i> Criterio de selección y exclusión	39
<i>Tabla 5.</i> Estudios potencialmente elegibles y seleccionados	41
<i>Tabla 6.</i> Publicaciones sobre elicitación de requisitos por tipo de fuente	43
<i>Tabla 7.</i> Clasificación de estudios encontrados en la revisión sistemática de la literatura sobre “elicitación de requisitos”	45
<i>Tabla 8.</i> Preguntas de investigación relacionadas a "Aspectos cubiertos" en la Elicitación de Requisitos	47
<i>Tabla 9.</i> Tipo de aportes en la elicitación de requisitos	48
<i>Tabla 10.</i> Evaluación de éxitos de proyectos.....	69
<i>Tabla 11.</i> Estudios relacionados con el proceso de elicitación de requisitos	94
<i>Tabla 12.</i> Estudios relacionados con factores que influyen en la elicitación de requisitos	95
<i>Tabla 13.</i> Nivel de automatización por tipo de contribución	97
<i>Tabla 14.</i> Reúso del conocimiento por tipo de contribución.....	98
<i>Tabla 15.</i> Importancia del factor humano por tipo de contribución.....	99
<i>Tabla 16.</i> Enfoque colaborativo por tipo de contribución	99
<i>Tabla 17.</i> Magnitud de proyectos por tipo de contribución.....	100
<i>Tabla 18.</i> Matriz de correlación entre “Aspectos cubiertos vs. Actividades” del proceso de elicitación de requisitos	104
<i>Tabla 19.</i> Matriz de correlación entre “Factores vs. Actividades” del proceso de elicitación de requisitos	105

<i>Tabla 20.</i> Factores que influyen en todo el proceso de elicitación de requisitos.	111
<i>Tabla 21.</i> Factores que influyen en una actividad en particular del proceso de elicitación de requisitos.....	112
<i>Tabla 22.</i> Actividades del proceso de elicitación de requisitos de la literatura	115
<i>Tabla 23.</i> Lista de actividades del proceso de elicitación de requisitos	116
<i>Tabla 24.</i> Nuevos factores identificados	120
<i>Tabla 25.</i> Matriz de hipótesis: “Factor vs. Actividades”.....	125
<i>Tabla 26.</i> Clasificación de los encuestados (Factores → Actividades).....	132
<i>Tabla 27.</i> Media, varianza y moda de las respuestas de encuestados (Factores → Actividades).....	133
<i>Tabla 28.</i> Eigenvalues para el ACS entre (Factores → Actividades).....	141
<i>Tabla 29.</i> Tabla de inercia de “Actividades”	141
<i>Tabla 30.</i> Tabla de inercia de “Factores”	142
<i>Tabla 31.</i> Relaciones del ACM entre (Factores → Actividades)	144
<i>Tabla 32.</i> Percepción de encuestados sobre el nivel de Influencia entre (F1 → A1, A2, A3 A4).....	146
<i>Tabla 33.</i> Percepción de encuestados sobre el nivel de influencia entre (F3 → A1, A2, A3, A4, A5, A7)	149
<i>Tabla 34.</i> Percepción de encuestados sobre el nivel de influencia (F4 → A4, A6)	151
<i>Tabla 35.</i> Percepción de encuestados sobre el nivel de influencia (F6 → A4, A5)	154
<i>Tabla 36.</i> Prueba de hipótesis t-Students (Factores → Actividades).....	157
<i>Tabla 37.</i> Resumen de actividades del proceso de elicitación de requisitos	164

<i>Tabla 38.</i> Resumen de cualidades de un “buen requisito”	167
<i>Tabla 39.</i> Matriz de hipótesis (Actividades ↔ Cualidades)	178
<i>Tabla 40.</i> Clasificación de encuestados (Actividades ↔ Cualidades).....	184
<i>Tabla 41.</i> Media, variancia y moda de las respuestas de encuestados (Actividades ↔ Cualidades).....	184
<i>Tabla 42.</i> Eigenvalues para el ACS entre (Actividades ↔ Cualidades)	193
<i>Tabla 43.</i> Tabla de inercia de “Cualidades”	193
<i>Tabla 44.</i> Tabla de inercia de “Actividades”	194
<i>Tabla 45.</i> Relación del ACM entre (Actividades ↔ Cualidades)	196
<i>Tabla 46.</i> Percepción de encuestados sobre el nivel de relación (A1 ↔ C1, C2, C3, C9, C13)	198
<i>Tabla 47.</i> Percepción de encuestados sobre el nivel de relación (A2 ↔ C1, C3, C9)	200
<i>Tabla 48.</i> Percepción de encuestados sobre el nivel de relación (A3 ↔ C3 C9)	202
<i>Tabla 49.</i> Percepción de encuestados sobre el nivel de relación (A4 ↔ C1,C2,C3,C4,C6,C9, C10,C11,C12,C13,C14,C15,C16)	204
<i>Tabla 50.</i> Percepción de encuestados sobre el nivel de relación (A5 ↔ C1, C3, C6, C9, C10, C11, C13, C14, C16)	206
<i>Tabla 51.</i> Percepción de encuestados sobre el nivel de relación (A6 y C1,C2,C3,C4,C5,C7,C8,C9, C10,C11,C12,C13,C14,C15,C16)	208
<i>Tabla 52.</i> Percepción de encuestados sobre el nivel de relación (A7 ↔ C1, C2, C3, C9, C13, C14, C16)	210
<i>Tabla 53.</i> Resumen de la prueba de hipótesis t-Student (Actividades ↔ Cualidades).....	215

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Proceso de ingeniería de requisitos.....	1
<i>Figura 2.</i> Costo de corrección de errores en los proyectos software	7
<i>Figura 3.</i> Factores que causan fracasos en los proyectos.....	8
<i>Figura 4.</i> Factores que causan éxito en los proyectos.....	8
<i>Figura 5.</i> Modelo conceptual sobre la investigación	11
<i>Figura 6.</i> Secuencia de lectura de la tesis	17
<i>Figura 7.</i> Proceso de la revisión sistemática de la literatura	40
<i>Figura 8.</i> Evolución de estudios sobre elicitación de requisitos	41
<i>Figura 9.</i> Tendencias de publicaciones sobre elicitación de requisitos.....	42
<i>Figura 10.</i> Framework propuesto para la revisión de la literatura	43
<i>Figura 11.</i> Taxonomía para "Aspectos cubiertos" en la elicitación de requisitos	46
<i>Figura 12.</i> Sistema de "Actividad" con UMI-AT	53
<i>Figura 13.</i> Estructura para las propiedades sociales en ATRAE	56
<i>Figura 14.</i> Proceso de elicitación de ATRE	57
<i>Figura 15.</i> Modelo propuesto por Kamalrudin.....	60
<i>Figura 16.</i> Estructura de árbol para la frase textual clave.....	61
<i>Figura 17.</i> Ejemplo de extracción de la interacción esencial para EUC.....	62
<i>Figura 18.</i> Método para la elicitación, documentación y validación de requisitos de usuarios	65
<i>Figura 19.</i> Limitaciones de la técnica "Personas"	73
<i>Figura 20.</i> Conjunto de actividades propuestas para mejorar "Personas" ..	75
<i>Figura 21.</i> Colaboración entre fases	78

<i>Figura 22.</i> Elicitación de requisitos desde hipótesis.....	79
<i>Figura 23.</i> Pasos principales del proceso de extracción de requisitos.....	85
<i>Figura 24.</i> Diagrama de Caso de Uso de WEBSTUIRE.....	88
<i>Figura 25.</i> Comparación de WEBSTUIRE con otras herramientas	89
<i>Figura 26.</i> Framework para la identificación de aportes sobre el proceso de elicitación de requisitos	92
<i>Figura 27.</i> Porcentajes de tipos de contribuciones en la elicitación de requisitos	97
<i>Figura 28.</i> Resumen de resultados según la taxonomía “Aspectos cubiertos”	101
<i>Figura 29.</i> Modelo conceptual inicial sobre la influencia entre (Factores → Actividades)	126
<i>Figura 30.</i> Resultados de “R Studio” sobre la fiabilidad de los datos (Factores → Actividades).....	132
<i>Figura 31.</i> Boxplot (F1 → A1, A2, A3, A4)	134
<i>Figura 32.</i> Boxplot (F2 → A4)	135
<i>Figura 33.</i> Boxplot (F3 → A1, A2, A3, A4, A5, A7).....	136
<i>Figura 34.</i> Boxplot (F4 → A4, A6).....	137
<i>Figura 35.</i> Boxplot (F5 → A4)	138
<i>Figura 36.</i> Boxplot (F6 → A4, A5).....	139
<i>Figura 37.</i> Boxplot (F7 → A6)	140
<i>Figura 38.</i> ACS entre (Factores → Actividades)	143
<i>Figura 39.</i> Distribución de calificaciones de la influencia (F1 → A1, A2, A3, A4)	145
<i>Figura 40.</i> Plano factorial del ACM (F1 → A1, A2, A3 A4).....	147
<i>Figura 41.</i> Distribución de calificaciones de la influencia (F3 → A1, A2, A3, A4, A5, A7).....	148

<i>Figura 42.</i> Plano factorial del ACM ($F3 \rightarrow A1, A2, A3, A4, A5, A7$)	150
<i>Figura 43.</i> Distribución de calificaciones de la influencia ($F4 \rightarrow A4, A6$) ..	151
<i>Figura 44.</i> Plano factorial del ACM ($F4 \rightarrow A4, A6$).....	152
<i>Figura 45.</i> Distribución de calificaciones de la influencia ($F6 \rightarrow A4, A5$) ..	153
<i>Figura 46.</i> Plano factorial del ACM ($F6 \rightarrow A4, A5$).....	155
<i>Figura 47.</i> Modelo conceptual final sobre la influencia entre (Factores \rightarrow Actividades).....	159
<i>Figura 48.</i> Modelo conceptual (Actividades \leftrightarrow Cualidades).....	179
<i>Figura 49.</i> Resultados de “R Studio” sobre la fiabilidad de datos (Actividades \leftrightarrow Cualidades)	183
<i>Figura 50.</i> Boxplot ($A1 \leftrightarrow C1, C2, C3, C9, C13$).....	186
<i>Figura 51.</i> Boxplot ($A2 \leftrightarrow C1, C3, C9$).....	187
<i>Figura 52.</i> Boxplot ($A3 \leftrightarrow C3, C9$)	188
<i>Figura 53.</i> Boxplot ($A4 \leftrightarrow C1, C2, C3, C4, C6, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16$).....	189
<i>Figura 54.</i> Boxplot ($A5 \leftrightarrow C1, C3, C6, C9, C10, C11, C13, C14, C16$).....	190
<i>Figura 55.</i> Boxplot ($A6 \leftrightarrow C1, C2, C3, C4, C5, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16$).....	191
<i>Figura 56.</i> Boxplot ($A7 \leftrightarrow C1, C2, C3, C9, C13, C14, C16$).....	192
<i>Figura 57.</i> Análisis de correspondencia simple entre (Actividades \leftrightarrow Cualidades).....	195
<i>Figura 58.</i> Distribución de calificaciones de la relación entre ($A1 \leftrightarrow C1, C2, C3, C9, C13$)	197
<i>Figura 59.</i> Plano factorial del ACM ($A1 \leftrightarrow C1, C2, C3, C9, C13$)	199
<i>Figura 60.</i> Distribución de calificaciones de la relación ($A2 \leftrightarrow C1, C3, C9$)	200
<i>Figura 61.</i> Distribución de calificaciones de la relación ($A3 \leftrightarrow C3, C9$) ...	201

<i>Figura 62.</i> Distribución de calificaciones de la relación (A4 ↔ C1,C2,C3,C4,C6,C9, C10,C11,C12,C13,C14,C15,C16)	203
<i>Figura 63.</i> Distribución de calificaciones de la relación (A5 ↔ C1, C3, C6, C9, C10, C11, C13, C14, C16)	205
<i>Figura 64.</i> Distribución de calificaciones de la relación (A6 ↔ C1,C2,C3,C4,C5,C7,C8,C9, C10,C11,C12,C13,C14,C15,C16)	207
<i>Figura 65.</i> Distribución de calificaciones de la relación (A7 ↔ C1, C2, C3, C9, C13, C14, C16)	209
<i>Figura 66.</i> Plano factorial del ACM de A2 ↔ C1, C3, C9.....	211
<i>Figura 67.</i> Plano factorial del ACM de A3 ↔ C3, C9	211
<i>Figura 68.</i> Plano factorial del ACM de A4↔ C1,C2,C3,C4,C6,C9, C10, C11, C12, C13,C14,C15,C16	212
<i>Figura 69.</i> Plano factorial del ACM de A5 ↔ C1, C3, C6, C9, C10, C11, C13, C16	212
<i>Figura 70.</i> Plano factorial del ACM de A6↔ C1,C2,C3,C4,C5,C7,C8,C9, C10,C11,C12,C13,C14,C15,C16	213
<i>Figura 71.</i> Plano factorial del ACM de A7↔ C1, C2, C3, C9, C13, C14, C16	213

RESUMEN

En los últimos años han surgido diferentes problemas en la elicitación de requisitos de software, lo cual ocasiona que se obtenga requisitos deficientes. Por ello, la elicitación es una pieza clave para la industria del software, puesto que los requisitos con mala calidad son una de las causas del fracaso de los proyectos de software. Por esta razón, se han realizado diferentes estudios sobre la elicitación de requisitos, sin embargo, en la literatura se han identificado factores que afectan algunas actividades del proceso de elicitación, de ahí que se hallen actividades que no han sido estudiadas, pero que son importantes en el proceso, puesto que obtener un “*buen requisito*” depende de todas las actividades del proceso en su conjunto. Además, estos estudios no analizan cómo las actividades del proceso de elicitación contribuyen en la calidad del requisito. En la presente tesis se introduce nuevos factores que influyen en cada una de las actividades del proceso de elicitación de requisitos, así mismo, se identifican las cualidades que estas actividades deben cumplir con el fin de garantizar un “*buen requisito*”. Las teorías del *Comportamiento Organizacional*, *Aprendizaje Organizacional*, *Argumentación*, entre otras, proporcionan factores no estudiados en el área de elicitación de requisitos (*Capacidad de Aprendizaje*, *Capacidad de Negociación*, *Personal Estable*, *Confianza*, *Estrés* y *Semi-Autonómica*). Dos estudios empíricos demuestran, a través de pruebas estadísticas, que los factores mencionados tienen influencia entre “Alta” y “Muy alta” sobre las actividades del proceso de elicitación, además, que estas actividades deben cumplir dieciséis cualidades para obtener un buen requisito. Finalmente, ambos estudios se corroboran con la prueba de hipótesis *T-Student*, con el 95% de confianza.

Palabras claves: Actividades, Buen Requisito, Cualidades, Elicitación de Requisitos, Factores, Ingeniería de Requisitos, Proceso de Elicitación de Requisitos.

ABSTRACT

In recent years, different problems have arisen in the elicitation of software requirements, causing to obtain poor requirements. Therefore, the elicitation is a key piece for the software industry, given that the requirements with poor quality have a big negative impact on the development of the projects. For this reason, different studies have been carried out on the elicitation of requirements. However, in the literature, factors that affect some activities of the elicitation process have been identified, but there are activities that have not been studied and they are important in the process because to get a "good requirement" depends on all the activities of the process as a whole. In addition, these studies do not analyze how the activities of the elicitation process contribute to the quality of the requirement. This thesis introduces new factors that influence each of the activities of the process of elicitation of requirements, and identifies the qualities that these activities must achieve to ensure a "good requirement". Theories of Organizational Behavior, Organizational Learning, Argumentation, among others, provide factors not studied in the area of elicitation of requirements (Learning Capacity, Negotiation Capacity, Stable Personnel, Confidence, Stress and Semi-Autonomic). Two empirical studies demonstrate through statistical tests, that the mentioned factors have influence between "High" and "Very high" on the activities of the elicitation process and that, these activities must fulfill sixteen qualities to obtain a quality requirement. Finally, both studies are corroborated with the T-Student hypothesis test, with 95% confidence.

Key words: Activities, Factors, Good Requirement, Qualities, Requirements Elicitation, Requirements Engineering, Requirements Elicitation Process.

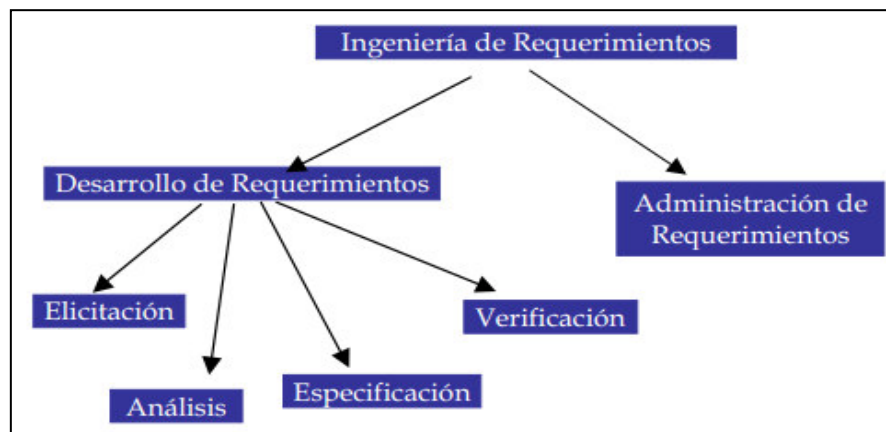
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Situación problemática

El espectro amplio de tareas y técnicas que se llevan a cabo para entender los requisitos de software se le conoce como Ingeniería de Requisitos (IR) (Pressman, 2010). La IR es una importante etapa en el ciclo de vida del desarrollo del software. Muchos investigadores coinciden en que la mayoría de los obstáculos encontrados durante el desarrollo de software se atribuye mayormente a la ingeniería de requisitos (Sommerville, 2011).

En la literatura hay muchas versiones de modelos de IR, como por ejemplo el modelo de Wiegers (1999), donde la IR se descompone en dos grandes tareas: “Desarrollo” y “Administración de requisitos”. En la Figura 1 se observa que el “Desarrollo” está conformado por las siguientes subtareas: Elicitación, Análisis, Especificación y Verificación. *Nuestra investigación se centra en la tarea de Elicitación de requisitos de software.*

Figura 1. Proceso de ingeniería de requisitos



Fuente. Wiegers, (1999)

Conforme han pasado los años se ha complementado la definición de Elicitación de Requisitos, así, cada autor ha definido esta tarea como un proceso de elicitación de requisitos conformado por un conjunto de actividades, por ejemplo, Loucopoulos & Karakostas (1995) la definen como un conjunto de tres actividades: (1) Adquisición del conocimiento, (2) Determinación de fuentes, y (3) Definición de técnicas.

Han surgido diferentes problemas en la elicitación de requisitos. Bohem (1981) sostiene que la elicitación de requisitos es el primer y más crítico paso dentro de la IR, de ahí que realizarla de manera errónea nos llevará a productos con calidad pobre, fechas de entregas tardías y costos fuera del presupuesto.

Yu (1997) sostiene que en la primera fase de obtención de requisitos es esencial que los analistas conozcan el dominio del problema; en muchos casos este conocimiento no es claro, debido a que la obtención de los requisitos va a depender de la organización y el dominio de este conocimiento, así, la falta de una técnica para utilizar el conocimiento de dominio constituye uno de los obstáculos para que los requisitos sean obtenidos de forma adecuada.

Pisan (2002) sostiene que las empresas que desarrollan software, al terminar de construir un proyecto, cuentan con sus requisitos desarrollados, donde le han dedicado tiempo para obtener este artefacto, además, cuando desarrollan nuevos proyectos empiezan desde cero para así obtener nuevos requisitos; en consecuencia, si se utiliza una técnica que permita capturar la experiencia y capacidades de los ingenieros de requisitos para reutilizar o adaptar requisitos anteriores, se agilizaría el trabajo de los ingenieros de requisitos.

Según Laporti, Borges & Braganholo (2009), la Elicitación de Requisitos es un proceso complejo que requiere toda la información posible disponible, incluyendo alguna experiencia con los sistemas anteriores.

Iden, Tessem & Päivärinta (2011), sostienen que uno de los problemas en la elicitación de requisitos se encuentra en los diferentes puntos de vistas de los stakeholders.

En el estudio realizado por Zhang et al., (2011), dos de las causas del fracaso del proyecto B-Sky fueron los Requisitos poco claros e inadecuados y el alcance inadecuado del proyecto.

Mulla & Girase (2012) sostienen que la Elicitación de Requisitos es una tarea difícil sobre todo en grandes proyectos de software con sobrecarga de información y con muchos stakeholders con diferentes puntos de vista y, los métodos existentes para elicitación de requisitos no se adaptan bien a grandes proyectos.

Atladdottir, Thora & Gunnarsdottir (2012) sostienen que considerar a los usuarios como una fuente primaria de información en la captura de requisitos conlleva a que el producto final sea positivo.

Meth, Brhel & Maedche (2013) expone que la “automatización” sigue en la parte superior de la lista de deseos de la mayoría de desarrolladores de software y que Identificar necesidades de los usuarios no se realiza de manera eficiente.

Además, Liao (2013) señala que la Elicitación de Requisitos es una tarea difícil sobre todo en grandes proyectos de software con sobrecarga de información que tienen un amplio conocimiento del dominio y una estructura organizativa compleja, dominio del problema complejo, obstáculos de comunicación entre los usuarios y los analistas, las necesidades

incompletas, inconsistencia de requisito y corrección de los requisitos adquiridos.

Por otro lado, obtener un “buen requisito” depende de las actividades del proceso de elicitación de requisitos en su conjunto, que a su vez está afectado por “factores de tipo personal” (Compromiso y Aceptación del stakeholder) (Khan, Mahrin & Chuprat, 2014; Coughlan, Lycett & Macredie, 2013), y “factores de tipo técnicos” (Sensibilización en prácticas de Elicitación y Conocimiento del dominio) (Cherotich, Muketha & Wabwoba, 2015; Khan et al., 2014).

Sommerville (2011) sostiene que los requisitos incorrectos, incompletos y confusos tienen un gran impacto negativo en la calidad, costo y tiempo de entrega de los proyectos de software (Sommerville, 2011). Por lo que, para obtener un “buen requisito”, este debe cumplir ciertas cualidades o características (completo, consistente, correcto, no ambiguo, verificable, ranqueable, modificable, trazable y comprensible) (Zielczynski, 2007).

Según Ludwig (2005), la calidad del requisito afecta el trabajo realizado en las fases del ciclo de vida del desarrollo del software y, por consiguiente, en la calidad del producto de software. Los requisitos con calidad deficiente incrementa el costo y el cronograma del proyecto, disminuye la calidad del producto, aumenta el esfuerzo de mantenimiento, crea problemas con el cliente, lo cual ocasiona problemas y cancelación de los proyectos de software (Ludwig, 2005, The Standish Group, 2015).

Todos los problemas presentados en la elicitación de requisitos pueden ser a causa de varios factores, por esta razón, diferentes propuestas sobre factores han surgido para resolver los problemas (Cherotich et al., 2015; Khan et al., 2014; Davey & Cope, 2008; Liao, 2013; Coughlan et al., 2013; López, Nicolas, & Toval, 2009), sin embargo, todavía hay vacíos por resolver en la elicitación de requisitos (Wong, Mauricio & Rodríguez, 2017).

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Podemos contribuir en la ingeniería de requisitos identificando nuevos factores que afectan a cada una de las actividades del proceso de elicitación de requisitos de software e identificando las cualidades que estas actividades deben cumplir para obtener un “buen requisito” y, por consiguiente, mejorar la calidad del producto de software?

1.2.2 Problemas específicos

- **PE1.** ¿Existen nuevos factores que influyen en las actividades del proceso de elicitación de requisitos de software?
- **PE2.** ¿Cuál es el nivel de influencia de los nuevos factores en las actividades del proceso de elicitación de requisitos de software?
- **PE3.** ¿Qué cualidades deben cumplir cada actividad del proceso de elicitación para obtener un buen requisito de software?
- **PE4.** ¿Cuál es el nivel de relación entre las actividades del proceso de elicitación y las cualidades de un buen requisito?

1.3 Justificación

La elicitación de requisitos es una pieza clave para la industria del software y varios investigadores coinciden en que los requisitos con mala calidad tienen un gran impacto negativo en el desarrollo de los proyectos de software (Sommerville, 2011; Pohl & Rupp, 2011; Vijayan et al., 2011), por lo que, para obtener un “buen requisito”, este debe cumplir ciertas cualidades o características (completo, consistente, correcto, no ambiguo, verificable, ranqueable, modificable, trazable y comprensible) (Zielczynski, 2007), lo cual conllevará a obtener un producto de software de calidad.

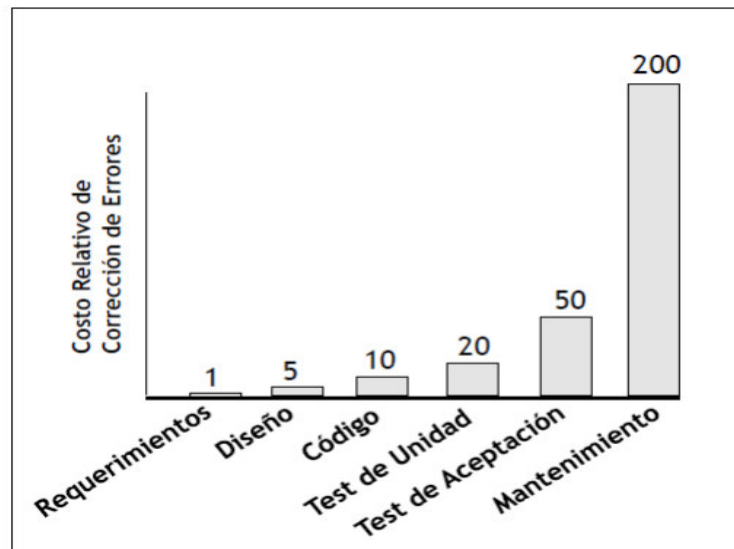
Por otro lado, obtener un “buen requisito” depende de todas las actividades del proceso de elicitación de requisitos (Adquisición del Conocimiento, Identificación de fuentes, Definición de técnica, Identificación de lista de deseos, Integración de lista de deseos, Documentación y Refinamiento) en su conjunto, que a su vez está afectado por “factores de tipo personal”, tales como Compromiso del stakeholder, Motivación, Clima Social, Diferentes punto de vista de stakeholder, Aceptación del stakeholder, Colaboración, entre otros (Cherotich et al., 2015; Khan et al., 2014; Davey & Cope, 2008; Coughlan et al., 2013; Davey & Parker, 2015), y “factores de tipo técnicos”, tales como Sensibilización en prácticas de Elicitación, Experiencia en TI, Experiencia en el negocio, Técnica de Elicitación, conocimiento del negocio, Conocimiento de prácticas de Elicitación Conocimiento del dominio, Fuentes de información voluminosas, entre otros (Cherotich *et al.*, 2015; Khan *et al.*, 2014; Davey & Cope, 2008).

Los requisitos con calidad deficiente incrementa el costo y el cronograma del proyecto, disminuye la calidad del producto, aumenta el esfuerzo de mantenimiento, crea problemas con el cliente, de este modo, ocasiona la cancelación de los proyectos de software (Ludwig, 2005). Así, para obtener un requisito de calidad, se debe realizar “todas” las actividades del proceso de elicitación de requisitos de manera eficiente.

Además, Sommerville (2011) señala que los problemas en la fase de elicitación de requisitos representan el 55% de los problemas de los sistemas informáticos y que el 82 % del esfuerzo dedicado a la corrección de errores está relacionada con esta fase.

Según el estudio de Boehm & Papaccio (1988), el costo para reparar un error en los requisitos es 5 a 10 veces menos que en la codificación y 200 veces menos que en el mantenimiento, de ahí la importancia de la elicitación de requisitos en el desarrollo de proyectos de software (ver Figura 2).

Figura 2. Costo de corrección de errores en los proyectos software



Fuente. Boehm & Papaccio, (1988)

Por otro lado, en el reporte del Caos de 2015 (ver Tabla 1), se muestra los problemas en el desarrollo de los proyectos de software, donde el 19% de los proyectos son fallidos y el 52% de los proyectos son terminados con problemas (Hastie & Wojewoda, 2015).

Tabla 1. “Reporte del Manifiesto”, datos estadísticos por años

	2011	2012	2013	2014	2015
Exitosos	29%	27%	31%	28%	29%
Con problemas	49%	56%	50%	55%	52%
Fallidos	22%	17%	19%	17%	19%

Fuente. Hastie & Wojewoda (2015)

El Reporte del Standish Group (2013) identifica una lista de factores que dañan los proyectos y que luego son cancelados, así, los “*requisitos incompletos*” es uno de los factores con mayor porcentaje (13.1%) y se encuentra en el primer lugar (ver Figura 3).

Figura 3. Factores que causan fracasos en los proyectos

Project Impaired Factors	% of Responses
1. Incomplete Requirements	13.1%
2. Lack of User Involvement	12.4%
3. Lack of Resources	10.6%
4. Unrealistic Expectations	9.9%
5. Lack of Executive Support	9.3%
6. Changing Requirements & Specifications	8.7%
7. Lack of Planning	8.1%
8. Didn't Need It Any Longer	7.5%
9. Lack of IT Management	6.2%
10. Technology Illiteracy	4.3%
Other	9.9%

Fuente. The Standish Group (2013)

Además, este reporte muestra las razones principales para que un proyecto tenga éxito; “el involucramiento del usuario” y “la declaración clara de requisitos” se encuentran en los primeros lugares (ver Figura 4).

Figura 4. Factores que causan éxito en los proyectos

Project Success Factors	% of Responses
1. User Involvement	15.9%
2. Executive Management Support	13.9%
3. Clear Statement of Requirements	13.0%
4. Proper Planning	9.6%
5. Realistic Expectations	8.2%
6. Smaller Project Milestones	7.7%
7. Competent Staff	7.2%
8. Ownership	5.3%
9. Clear Vision & Objectives	2.9%
10. Hard-Working, Focused Staff	2.4%
Other	13.9%

Fuente. The Standish Group (2013)

A fin de superar estas dificultades, han surgido diferentes propuestas sobre elicitación de requisitos en los últimos años, sin embargo, todavía hay muchos vacíos por cubrir para mejorar esta tarea (Wong *et al.*, 2017).

1.4 Motivación del estudio

A lo largo de los últimos años han surgidos diferentes propuestas para mejorar la elicitación de requisitos, tales como Frameworks, Modelos, Métodos, Técnicas, Enfoques y Herramientas, sin embargo, todavía hay varios vacíos por descubrir para mejorar esta tarea (Wong *et al.*, 2017).

Muchos estudios proponen factores que afectan a la elicitación de requisitos en forma general (Cherotich *et al.*, 2015; Khan *et al.*, 2014; Davey & Cope, 2008; Dalberg *et al.*, 2006; López *et al.*, 2009) y algunos estudios se refieren a factores que influyen en algunas actividades del proceso de elicitación (Cherotich *et al.*, 2015; Khan *et al.*, 2014; Davey & Cope, 2008; Coughlan *et al.*, 2013; Davey & Parker, 2015); sin embargo, hay actividades que no han sido estudiadas y que también son importantes, puesto que saber qué factor afecta a qué actividad en particular permitirá tomarlo en cuenta, debido a que la calidad de la elicitación depende de todas las actividades del proceso en su conjunto. Además, a pesar que en los últimos estudios proponen algunos factores (Cherotich *et al.*, 2015; Khan *et al.*, 2014; Davey & Parker, 2015), estos estudios dan indicios de que podrían haber nuevos factores que afecten el proceso de elicitación de requisitos.

Por otro lado, un requisito de software debe cumplir ciertas cualidades o características para que sea considerado un “buen requisito” (completo, consistente, correcto, no ambiguo, verificable, ranqueable, modificable, trazable y entendible) (Zielczynski, 2007), por consiguiente, la calidad del requisito depende de todas las actividades del proceso de elicitación en su conjunto. Para mejorar el proceso de elicitación, en los últimos años han surgido diferentes propuestas (Wong *et al.*, 2017), sin embargo, estas investigaciones no analizan la calidad de cada una de las actividades del proceso de elicitación de requisitos (Adquisición del Conocimiento, Identificación de fuentes, Definición de técnica, Identificación de lista de deseos, Integración de lista de deseos, Documentación y Refinamiento), es

decir, si cada actividad se ha realizado cumpliendo las cualidades de un “buen requisito” (completa, consistente, correcta, no ambigua, modificable y entendible, entre otras).

Así, es necesario conocer qué otros factores afectan cada una de las actividades del proceso de elicitación de requisitos, e identificar qué cualidades debe cumplir cada actividad para obtener un “*buen requisito*” y, por consiguiente, un producto de software de calidad.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

El objetivo de esta investigación es contribuir en la ingeniería de requisitos identificando nuevos factores que influyen en cada una de las actividades del proceso de elicitación de requisitos y las cualidades que debe cumplir cada actividad para obtener un “buen requisito” y, por consiguiente, mejorar la calidad del producto de software.

1.5.2 Objetivos específicos

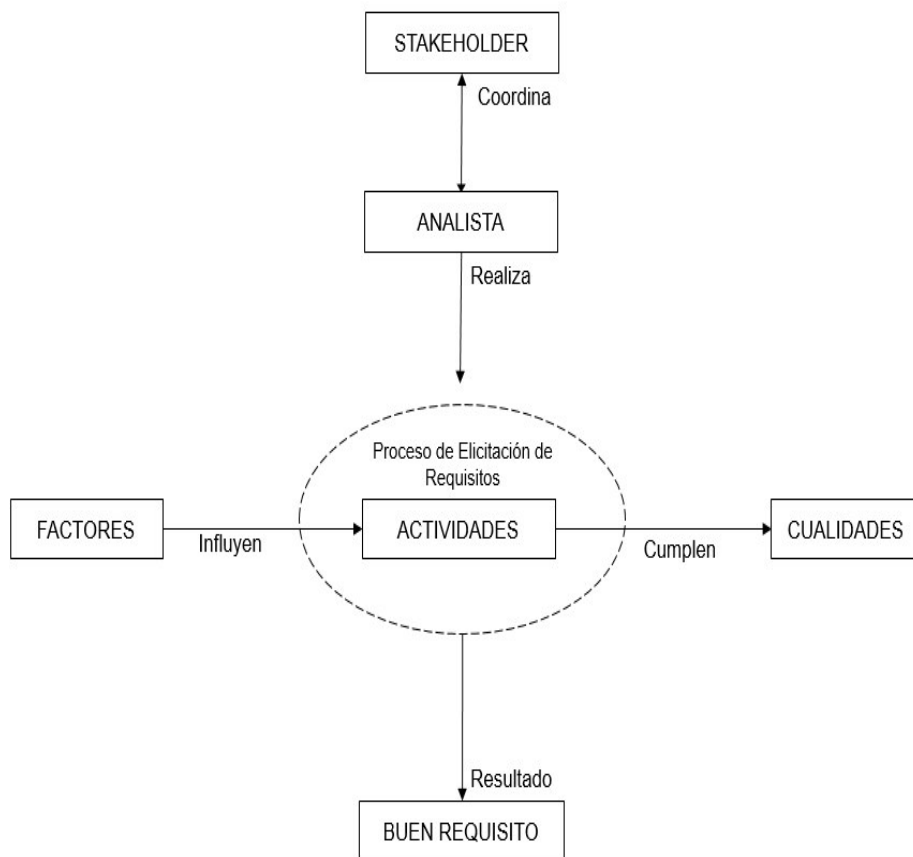
Para lograr el objetivo general de la presente investigación, es necesario alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- **OE1.** Identificar nuevos factores que influyen en las actividades del proceso de elicitación de requisitos de software.
- **OE2.** Establecer el nivel de influencia de los nuevos factores en las actividades del proceso de elicitación de requisitos.
- **OE3.** Identificar qué cualidades deben cumplir cada actividad del proceso de elicitación para obtener un “buen requisito” de software.
- **OE4.** Establecer el nivel de relación entre las actividades del proceso de elicitación y las cualidades de un “buen requisito” de software.

1.6 Propuesta

La propuesta de la presente investigación consta de nuevos factores que influyen en cada una de las actividades del proceso de elicitación de requisitos de software, y de identificar las cualidades que deben cumplir cada actividad para obtener un buen requisito. En la Figura 5, podemos observar que el *analista de sistemas* interactúa con el *stakeholder* en el proceso de elicitación de requisitos, donde se toman en cuenta los factores que influyen en cada actividad y se consideran las cualidades que cada actividad debe cumplir.

Figura 5. Modelo conceptual sobre la investigación



Fuente. Elaborado por el autor

1.7 Matriz de consistencia

La matriz de consistencia de la presente tesis se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>Problema general:</p> <p>¿Podemos contribuir en la ingeniería de requisitos identificando nuevos factores que afectan a cada una de las actividades del proceso de elicitación de requisitos de software e identificando las cualidades que estas actividades deben cumplir para obtener un “buen requisito” y, por consiguiente, mejorar la calidad del producto de software?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Contribuir en la ingeniería de requisitos, identificando nuevos factores que influyen en cada una de las actividades del proceso de elicitación de requisitos y las cualidades que debe cumplir cada actividad para obtener un “buen requisito” y, por consiguiente, mejorar la calidad del producto de software.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>H1. Nuevos factores influyen en cada una de las actividades del proceso de elicitación de requisitos; e identificar las cualidades que debe cumplir cada actividad contribuye a obtener un buen requisito. H0. Nuevos factores no influyen en cada una de las actividades del proceso de elicitación de requisitos; e identificar las cualidades que debe cumplir cada actividad no contribuye a obtener un buen requisito.</p>	<p>Variables independiente (VI):</p> <p>Factores, actividades y cualidades</p> <p>Variable dependiente (VD):</p> <p>Contribuciones en la elicitación de requisitos</p>	<p>Tipo de Investigación:</p> <p>Correlacional, Descriptivo con un enfoque Cuantitativo.</p> <p>Diseño de investigación:</p> <p>No experimental</p> <p><u>Estudio 1:</u></p> <p>Población:</p> <p>Analistas o ingenieros de requisitos que desarrollan software en el Perú.</p>

<p>Problemas específicos:</p> <p>PE1. ¿Existen nuevos factores que influyen en las actividades del proceso de elicitación de requisitos de software?</p> <p>PE2. ¿Cuál es el nivel de influencia de los nuevos factores en las actividades del proceso de elicitación de requisitos?</p> <p>PE3: ¿Qué cualidades deben cumplir cada actividad del proceso de elicitación para obtener un buen requisito de software?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>OE1. Identificar nuevos factores que influyen en las actividades del proceso de elicitación de requisitos de software.</p> <p>OE2. Establecer el nivel de influencia de los nuevos factores en las actividades del proceso de elicitación de requisitos.</p> <p>OE3. Identificar qué cualidades deben cumplir cada actividad del proceso de elicitación para obtener un “buen requisito” de software.</p>	<p>Hipótesis específicas (*):</p> <p>H11. Existen nuevos factores que influyen en las actividades del proceso de elicitación de requisitos.</p> <p>H10. No existen nuevos factores que influyen en las actividades del proceso de elicitación de requisitos.</p> <p>H21. Existe una influencia significativa de los factores en las actividades del proceso de elicitación de requisitos.</p> <p>H20. No existe una influencia significativa de los factores en las actividades del proceso de elicitación de requisitos.</p> <p>H31. Identificar la relación entre las actividades del proceso de elicitación y las cualidades, permite conocer las cualidades que debe cumplir cada actividad para obtener un buen requisito.</p> <p>H30. Identificar la relación entre las actividades del proceso de elicitación y las cualidades, no permite conocer las cualidades que debe cumplir cada actividad para obtener un buen requisito.</p>	<p>Muestra:</p> <p>182 analistas o ingenieros de requisitos que desarrollan software en el Perú, distribuidos por 3 tipos de organizaciones y clasificados por el nivel de experiencia.</p> <p><u>Estudio 2:</u></p> <p>Población:</p> <p>Analistas o ingenieros de requisitos que desarrollan software en el Perú.</p> <p>Muestra:</p> <p>180 analistas o ingenieros de requisitos que desarrollan software en el Perú, distribuidos por 3 tipos de organizaciones y clasificados por el nivel de experiencia.</p>
--	--	---	--

<p>PE4. ¿Cuál es el nivel de relación entre las actividades del proceso de elicitación y las cualidades de un buen requisito?</p>	<p>OE4. Establecer el nivel de relación entre las actividades del proceso de elicitación y las cualidades de un “buen requisito” de software.</p>	<p>H41. Existe una relación significativa entre las actividades del proceso de elicitación y las cualidades de un buen requisito.</p> <p>H40. No existe una relación significativa entre las actividades del proceso de elicitación y las cualidades de un buen requisito.</p>	<p>Instrumento de recolección de datos: Cuestionario</p>
--	--	--	--

(*) Las hipótesis específicas serán probadas como sigue:

- Las hipótesis H11 H21 serán contrastadas en el capítulo 4, para este fin se han establecido un modelo conceptual y sub hipótesis (Factores → Actividades)
- Las hipótesis H31 y H41 serán contrastadas en el capítulo 5, para el cual también se han establecido otro modelo conceptual y sub hipótesis (Actividades ↔ Cualidades)

Fuente. Elaborado por el autor

1.8 Organización de la tesis

La presente tesis se organiza en seis capítulos.

En el Capítulo 2 se presenta el marco teórico, donde se define conceptos que complementan la presente investigación, tales como Requisitos de Software, Ingeniería de Requisitos, Modelos de Ingeniería de Requisitos, Elicitación de Requisitos, Modelos de Elicitación de Requisitos y las Bases teóricas que sustentan los factores propuestos, así como un resumen de las abreviaturas, símbolos y nomenclaturas utilizadas en la presente tesis.

En el Capítulo 3 se presenta la revisión sistemática de la literatura sobre los diferentes aportes en la elicitación de requisitos de software, donde se propone un marco de trabajo de acuerdo a tres preguntas de investigación: Q1) ¿Qué aspectos han cubiertos las diferentes propuestas en la Elicitación de Requisitos? Q2) ¿Qué Actividades del proceso de la Elicitación de Requisitos han sido cubiertas por las diferentes propuestas? Y Q3) ¿Qué factores influyen en la Elicitación de Requisitos y de qué manera?

En el Capítulo 4 se introducen siete nuevos factores que afectan a las actividades del proceso de elicitación de requisitos: *Capacidad de Aprendizaje*, *Capacidad de Negociación*, *Personal Estable*, *Utilidad Percibida*, *Confianza*, *Estrés* y *Semi-Autonómica*, con sus 17 relaciones (Factor → Actividades). Estos factores fueron sustentados con las teorías del Comportamiento Organizacional, Aprendizaje Organizacional, Argumentación, Capital Social, entre otros, donde se realizó un estudio empírico sobre 182 encuestados, obteniéndose, de los *Análisis de Correspondencia Simple y Múltiple*, que la mayoría de los factores propuestos tienen influencia entre “Alta” y “Muy alta”. Además, la prueba de hipótesis T-Students, con 95% de confianza, comprueba que 15 de las 17 relaciones son válidas, aceptándose seis de los siete factores propuestos.

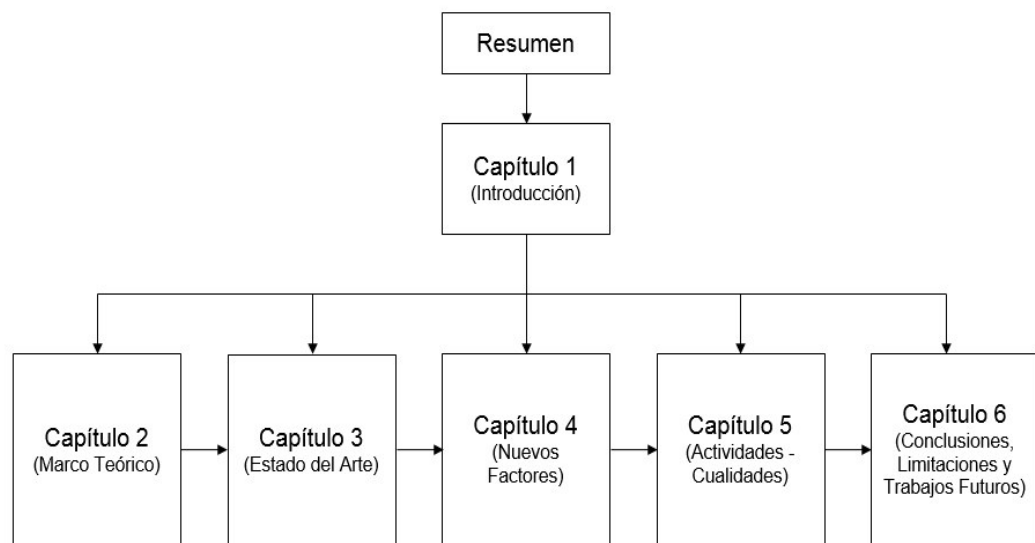
En el Capítulo 5 se identifican relaciones entre las actividades del proceso de elicitación y las cualidades de un “buen requisito” (Actividad ↔ Cualidades), con el fin de saber qué cualidades debe cumplir cada actividad del proceso de elicitación para obtener un “buen requisito” y, por consiguiente, contribuir a la calidad del producto de software, dado que obtener un buen requisito depende de todas las actividades del proceso en su conjunto, así, se identificaron 54 relaciones entre (Actividad ↔ Cualidades); para evidenciar estas relaciones, se realizó otro estudio empírico sobre 180 encuestados y se consideró el *Análisis de Correspondencia Simple y Múltiple*, que muestra que todas las relaciones propuestas tienen una calificación entre “Alta” y “Muy alta”, de esta manera, de acuerdo la prueba de hipótesis T-Student, 50 de 54 relaciones propuestas son válidas con el 95% de confianza.

Finalmente, en el Capítulo 6 se presenta las conclusiones, limitaciones y trabajos futuros de la presente investigación.

Como resultado de la presente tesis se han obtenido tres artículos científicos: “A Systematic Literature Review About Software Requirements Elicitation”, “New Factors That Affect the Activities of the Requirements Elicitation Process” y “Relations Between Activities of the Elicitation Process and Qualities of Requirements”, que corresponden a los capítulos 3, 4 y 5 respectivamente, de los cuales 2 han sido publicados y el último se encuentra en proceso de publicación (ver *Anexo B*).

Además, con el fin de facilitar la lectura de la presente tesis, en la Figura 6 se propone la secuencia de lectura. Para una mejor comprensión de la tesis se sugiere al lector dos alternativas: (i) Leer el Resumen, luego, continuar con el Capítulo 1 y seguir leyendo en orden los demás capítulos (2, 3, 4, 5 y 6). (ii) O, leer el resumen, luego el Capítulo 1 y continuar leyendo el capítulo de su interés.

Figura 6. Secuencia de lectura de la tesis



Fuente. Elaborado por el autor

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se definen conceptos que complementa la presente investigación: Requisitos de Software, Tipos de requisitos, Ingeniería de Requisitos, Tipos de modelos de Ingeniería de requisitos, Tipos de Modelos de Elicitación de requisitos y las bases teóricas que sustentan los nuevos factores propuestos. También se presenta un resumen de las abreviaturas, símbolos y nomenclaturas utilizadas en la presente tesis.

2.1 Requisitos de software

2.1.1 Conceptos

En la literatura existen varias definiciones sobre requisitos de software.

Según Benet (2003), *“Los requisitos son la especificación de lo que debe hacer el software, son descripciones del comportamiento, propiedades y restricciones del software que hay que desarrollar”*.

Para Gottesdiener (2005), *“los requisitos son descripciones de las propiedades necesarias y suficientes de un producto para que satisfaga las necesidades del consumidor”*.

Y el SWEBOK (2018), lo expone que: *“Los requisitos son características que debe exhibir para solucionar cierto problema del mundo real. Por lo tanto, un requisito del software es una característica que se debe exhibir por el software desarrollado o adaptado para solucionar un problema particular”*.

Además, de estas definiciones, existen diferentes tipos de requisitos de software: Funcionales y no funcionales.

2.1.2 Tipos de Requisitos de software

2.1.2.1 Requisitos funcionales

Los requisitos funcionales describen las funciones que el software debe ejecutar, a veces se conocen como capacidades (SEWBOK, 2014).

A los requisitos funcionales se los puede dividir en:

- **De usuario.** Los requerimientos de usuario, según Sommerville (2010); “Son declaraciones, en lenguaje natural y en diagramas, de los servicios que se espera que el sistema provea y de las restricciones bajo las cuales se debe operar.
- **Del sistema.** Establecen con detalle los servicios y restricciones del sistema. El documento de requerimientos del sistema, algunas veces denominado especificación funcional, debe ser preciso (Sommerville, 2010).

2.1.2.2 Requisitos no funcionales

Los requisitos no funcionales incluyen áreas tales como el rendimiento, el diseño y las limitaciones de la aplicación; el SWEBOK (2018) lo define como: “*son los que actúan para limitar la solución, se los conoce como restricciones o requisitos de calidad*”.

Además los requisitos no funcionales pueden estar relacionados con propiedades emergentes del sistema, describen restricciones externas del sistema; definen las cualidades globales que el sistema ha de exhibir y son más críticos que los requisitos funcionales SWEBOK (2018).

Los requisitos no funcionales son propiedades que el producto debe tener lo que no puede ser evidente al usuario, incluyendo atributos de calidad, coacciones, e interfaces externo (Gottesdiener, 2005).

Sommerville (2011), clasifica a los requisitos no funcionales en tres tipos: (1) Requisitos de producto, (2) de organización y (3) externos. Los *Requisitos de producto* especifican el comportamiento del producto. Los *requisitos de organización*: derivan de las políticas y procedimientos existentes en la organización del cliente y en la del desarrollador. Y los *Requisitos externos* son los requisitos que derivan de los factores externos al sistema y de su proceso de desarrollo, incluyen requerimientos de interoperabilidad que definen la manera en que el sistema interactúa con los otros sistemas de la organización.

2.1.3 Cualidades de un buen requisito de software

Leffingwell *et al.* (1999) sostiene que un requisito de software debe cumplir ciertas cualidades o características para que sea considerado como un “*buen requisito*”.

Según Ludwig (2005) la calidad del requisito afecta el trabajo realizado en las fases posteriores del ciclo de vida del desarrollo del software y, por consiguiente, en el producto.

A lo largo de los años han surgidos diferentes propuestas sobre cualidades de un buen requisito. A continuación se explica cada cualidad según diferentes autores.

- **Completo.** Se refiere a que el requisito debe estar completamente declarado en un único lugar, sin información faltante, contiene todo lo solicitado por el stakeholder. Esta cualidad se relaciona con las siguientes preguntas: ¿El requisito contiene todo lo solicitado por el stakeholder? ¿El requisito contiene toda la información relevante al tipo de sistema que se va a desarrollar? ¿Cuál es el nivel de completitud del requisito? (IEEE 830, 1998).

- **Consistente.** Se refiere a que el requisito no debe contradecir ningún otro requisito y debe ser completamente consistente con toda la documentación. Esta cualidad se relacionan con las siguientes preguntas: ¿Un requisito determinado se contradice con algún otro requisito? ¿Cuál es el nivel de consistencia del requisito? ¿La especificación de un requisito se contradice con la especificación de otro requisito? (Hull et al., 2005).
- **Correcto.** Se refiere a que el requisito debe cumplir con la necesidad declarada por los stakeholders en el software, representa realmente lo que el stakeholder ha solicitado. Esta cualidad se relaciona con las siguientes preguntas: ¿A veces los requisitos no representan lo que el stakeholder ha solicitado? ¿El requisito representa realmente lo que el stakeholder ha solicitado? ¿Cuál es el nivel de correctitud del requisito? (IBM, 2003).
- **No ambiguo.** Se refiere a que el requisito está sujeto a una y solo una interpretación, es claro y no confusa. Esta cualidad se relacionan con las siguientes preguntas: ¿Cada requisito tiene una y solo una interpretación? ¿Cuál es el nivel de ambigüedad del requisito? ¿La especificación del requisito es ambigua? (IBM, 2003).
- **Verificable.** Se refiere a que la implementación del requisito debe poder ser resuelta en alguno de estos cuatro métodos: inspección, análisis, demostración o prueba; así, se puede determinar si el sistema cumple con el requisito. Esta cualidad se relaciona con las siguientes preguntas: ¿Todos los requisitos son verificables? ¿Los requisitos pasaron las pruebas de validación? (IBM, 2003).
- **Ranqueable.** Se refiere a que el requisito se pueda clasificar con base en la importancia del cliente y la estabilidad del propio requisito. Esta cualidad se relaciona con las siguientes preguntas: ¿El stakeholder ha

clasificado los requisitos? ¿Los requisitos se han priorizados de acuerdo al nivel de importancia del stakeholder? ¿Cuáles son los requisitos priorizados? (Leffingwell et al., 1999).

- **Modificable.** Se refiere a que los cambios de los requisitos no afectan a la estructura y el estilo del requisito. Esta cualidad se relacionan con las siguientes preguntas: ¿A veces los requisitos no pueden ser cambiados con facilidad? ¿Cuál es el nivel de modificabilidad de los requisitos? (Leffingwell et al., 1999).
- **Trazable.** Se refiere si el origen de cada requisito puede ser encontrado, identificado de forma única y puede ser rastreado. Esta cualidad se relaciona con las siguientes preguntas: ¿El origen de cada requisito puede ser encontrado con facilidad? ¿El origen de cada requisito no puede ser encontrado? ¿Cuál es el nivel de trazabilidad del requisito? (Leffingwell et al., 1999).
- **Entendible.** Se refiere a que el requisito debe ser comprendido por los usuarios y el equipo de desarrollo. Esta cualidad se relaciona con las siguientes preguntas: ¿El ingeniero de requisitos entiende los requisitos? ¿Los stakeholders e ingenieros de requisitos entienden las especificaciones de requisitos? ¿Cuál es el nivel de entendimiento de las especificaciones de requisitos? (Leffingwell et al., 1999).
- **Realista.** Se refiere a que el requisito debe ser posible de realizarlo dentro de las restricciones existentes. Las restricciones son típicamente el tiempo y dinero. Por ejemplo, podemos enviar a una persona a Marte, pero no dentro de un año y menos de mil dólares. Esta cualidad se relaciona con la siguiente pregunta: ¿El requisito se encuentra dentro del alcance del proyecto? (Ludwig, 2005).

- **Claro.** Se refiere a que el requisito debe ser declarado de manera clara y simple, el ingeniero de requisito debe entender con facilidad las necesidades del stakeholder. Esta cualidad se relaciona con las siguientes preguntas: ¿La especificación de requisito contiene información clara? ¿Cuál es el nivel de claridad del requisito? ¿El ingeniero de requisitos entiende con facilidad los requisitos? (Zielczynski, 2007).
- **Independiente.** Se refiere a que el requisito no debe de depender de otro requisito para ser completamente entendido. . Esta cualidad se relaciona con las siguientes preguntas: ¿Se entiende el requisito sin necesidad de leer otras especificaciones de requisitos? ¿Cuál es el nivel de independencia del requisito? (Ludwig, 2005).
- **No redundante.** Se refiere a que el requisito no debe contener información duplicada, los requisitos duplicados causan problemas, porque incrementa el mantenimiento. Cada vez que un requisito cambia, el requisito duplicado también debe actualizarse. Además, los requisitos duplicados aumentan el potencial de errores. Por ejemplo: los requisitos redundantes pueden pasarse por alto y no actualizarse. Esta cualidad se relaciona con las siguientes preguntas: ¿El requisito contiene información redundante? ¿Cuál es el nivel de redundancia del requisito? (Ludwig, 2005).
- **Breve.** Se refiere a que el requisito debe contener información relevante para entender las necesidades del stakeholder. Un requisito con menos palabras puede entenderse de una mejor manera que en el caso de un requisito con más palabras y con el mismo significado. Esta cualidad se relaciona con las siguientes preguntas: ¿La especificación de requisitos contiene información relevante? ¿Cuál es el nivel de brevedad de las especificaciones de requisitos? (Ludwig, 2005).

- **Libre de implementación.** Se refiere a que el requisito no debe contener información innecesaria de implementación y de diseño. Por ejemplo: “La información de contenido debe almacenarse en un archivo de texto”, la forma en que se almacena la información es transparente para el usuario y debe ser la decisión del diseñador o del arquitecto. Esta cualidad se relaciona con la siguiente pregunta: ¿La especificación de requisitos contiene información de implementación y de diseño? (Zielczynski, 2007).
- **Necesario.** Se refiere a que el requisito no debe contener información innecesaria, información que no se relaciona con las necesidades del stakeholder, por ejemplo: “El sistema debe estar diseñado para incrementar las habilidades del usuario”. Esta cualidad se relaciona con la siguiente pregunta: ¿El requisito contiene información innecesaria? (Ludwig, 2005).

2.1.3.1 Stakeholders

Los *interesados* o su equivalente en inglés *stakeholders* son personas u organizaciones que tienen influencia directa, indirecta, o se ven influenciados por un proceso de software. Muchos autores en los mismos proyectos de desarrollo utilizan el término en inglés stakeholders (Lamsweerde, 2009).

Los interesados más representativos y más fáciles de identificar son los clientes, usuarios finales y desarrolladores. Sin embargo existen otros que se relacionan con el proyecto como son: auditores, accionistas, proveedores, directivos, administradores, etc. Cuando se desarrolla un proyecto de software inicialmente es sencillo identificar a los interesados obvios, como: el equipo de desarrollo, usuarios finales y clientes. Pero hay que descubrir otra gente que a simple vista no se relacionan con los anteriores pero que sus actividades giran en torno al sistema; como es el caso de la gente que está en el nivel más bajo del organigrama organizativo hasta aquellos que dirigen la organización (Lamsweerde, 2009).

Según Lamsweerde (2009), para abordar una visión compartida de los problemas que se abordarán en la construcción del sistema se necesita de la cooperación de los interesados para obtener los requisitos completos, adecuados y realistas.

2.2 Ingeniería de requisitos

2.2.1 Conceptos

2.2.1.1 Ingeniería de requisitos

Existen varias definiciones de Ingeniería de Requisitos, entre ellas se encuentran las siguientes:

Según el SWEBOK (2018), *“La ingeniería de requisitos es ampliamente utilizada para indicar el tratamiento sistemático de los requisitos”*.

Pressman (2010), lo define como *“El espectro amplio de tareas y técnicas que llevan a entender los requerimientos”*.

Y Gottesdiener (2005), sostiene que *“La Ingeniería de requisitos es una disciplina dentro de los sistemas y de la ingeniería de software que abarca todas las actividades y resultados asociados a definir un producto de las necesidades”*.

En definitiva, podríamos decir que la Ingeniería de Requisitos es el conjunto de actividades para descubrir, documentar y mantener un conjunto de requisitos (SWEBOK, 2018).

La Ingeniería de requisitos (IR) es una importante etapa en el ciclo de vida del desarrollo del software. Muchos investigadores coinciden en que la mayoría de los obstáculos encontrados durante el desarrollo de software se atribuye mayormente a la ingeniería de requisitos (Sommerville, 2011).

El espectro amplio de tareas y técnicas que se llevan a cabo para entender los requisitos se le conoce como IR (Pressman, 2010), involucra el descubrir cuáles son las metas, necesidades y expectativas de los stakeholders, ajustar las expectativas de los mismos y comunicarlas a los desarrolladores (Nuseibeh et al., 2000).

2.2.1.2 Elicitación de requisitos

Muchas definiciones de elicitación de requisitos han surgido en los últimos años, entre ellas se encuentran las siguientes definiciones:

- La elicitación de requisitos es el primer y más crítico paso dentro de la IR, realizarlo de manera errónea nos llevará a productos con calidad pobre, fechas de entregas tardías y costos fuera del presupuesto (Bohem, 1981).
- Loucopoulos & Karakostas (1995), definen esta actividad como el proceso de adquirir todo el conocimiento relevante para producir un modelo de requisitos de un problema de un domino determinado.
- Según Borland (2005), la elicitación es la habilidad de trabajar en colaboración con los stakeholders para descubrir las necesidades actuales del producto y acordar la visión y las metas del proyecto propuesto, es considerada una de las etapas importantes en el desarrollo de software.

2.2.2 Proceso de ingeniería de requisitos

En la literatura hay muchas versiones sobre modelos o procesos de Ingeniería de Requisitos. A continuación se mencionan algunas propuestas.

El modelo de Wiegers (1999), donde descompone la IR en dos grandes tareas: Desarrollo y Administración de requisitos, donde se puede observar que el Desarrollo se descompone en las siguientes sub tareas: Elicitación, Análisis, Especificación y Verificación.

Según el SWEBOK (2004), la IR está compuesto por las actividades: Elicitación, Análisis, Especificación, Verificación y Gestión”.

La propuesta de Pohl (2010): Elicitación, Negociación, Especificación/Documentación y Validación/Verificación.

El modelo de Sommerville (2011), compuesto por: Adquisición, Especificación, Validación y Documentación.

La presente investigación se centra en la primera tarea del proceso de Ingeniería de Requisitos: *Elicitación o Captación de Requisitos de software*.

2.2.3 Modelos del proceso de elicitación de requisitos

En los últimos años han surgido diferentes modelos para el proceso de elicitación de requisitos. A continuación se mencionan algunas propuestas.

Loucopoulos & Karakostas (1995), definen tres actividades en su proceso de elicitación de requisitos (i) Adquisición del conocimiento, (ii) Determinación de fuentes e, (iii) Identificación de técnicas.

Pohl (2010), también define tres actividades: (i) Determinar las fuentes de los requisitos relevantes, (ii) Identificar requisitos de las fuentes y, (iii) Desarrollar nuevos requisitos.

Mulla & Girase (2012), definen cinco actividades: (i) Identificar fuentes de requisitos, (ii) Recopilar la lista de deseos para cada parte correspondiente, (iii) Documentar y refinar la lista de deseos, (iv) Integrar las listas de deseos con los diversos stakeholders y, (v) Determinar los requisitos no funcionales.

Y el Cuerpo del Conocimiento de la Ingeniería de Software (SWEBOK, 2018), define dos actividades (i) Fuentes de Requisitos y, (ii) Técnicas de Elicitación.

En la presente investigación se usarán todas las actividades del proceso de elicitación propuestas por: Loucopoulos & Karakostas (1995), Pohl, (2010), Mulla & Girase (2012) y SWEBOK (2014). A continuación se explica cada actividad.

- **Adquisición del conocimiento.** Esta actividad se refiere a la adquisición del conocimiento del dominio que el analista necesita sobre el tipo de proyecto que va a desarrollar, lo que permitirá inferir el conocimiento tácito que los stakeholder no articulan y evaluar las ventajas y desventajas que serán necesarias entre los requisitos en conflicto (Loucopoulos & Karakostas, 1995).
- **Identificar fuentes de requisitos.** Esta actividad se refiere a la identificación de todos los tipos de fuentes potenciales que el analista necesita para identificar los requisitos del stakeholder, porque los requisitos pueden provenir de diferentes fuentes, tales como usuarios, sistemas, documentos, base de datos, entre otras (Pohl, 2010).
- **Definir técnica.** Esta actividad se refiere a elegir la técnica, método, herramienta o enfoque de elicitación de requisitos adecuada para conseguir expresar las necesidades de los usuarios, donde se debe considerar el tipo de stakeholder y la naturaleza del proyecto que se va a

desarrollar, por ejemplo, entrevistas, prototipos, escenarios, reuniones, entre otras (SWEBOK, 2014).

- **Identificar la lista de deseos.** Esta actividad se refiere a identificar las necesidades de los stakeholders, por ejemplo, capturar los requisitos de los usuarios de las fuentes identificadas y con la técnica de elicitación adecuada (Mulla & Girase, 2012).
- **Integrar la lista de deseos.** Esta actividad se refiere a consolidar los diferentes requisitos capturados por el analista o ingeniero de requisitos, es decir, agruparlos, ordenarlos, priorizarlos y, de este modo, eliminar las redundancias de requisitos repetidos para poder reutilizarlos (Mulla & Girase, 2012).
- **Documentación.** Esta actividad se refiere a documentar o especificar la información obtenida en la captura de los requisitos o necesidades del stakeholder (Mulla & Girase, 2012). La documentación del requisito se realiza a través de una SRS (Software requirements specification) según el estándar IEEE 830 (IEEE-STD-830, 1998).
- **Refinamiento.** Esta actividad se refiere a definir el proceso de validación y corrección de los requisitos obtenidos por el analista o ingeniero de requisitos, esto con la finalidad de asegurarse que el requisito sea de calidad (Mulla & Girase, 2012).

2.3 Bases teóricas

A continuación se explican las teorías que se han utilizado en la presente investigación, para sustentar los nuevos factores propuestos.

2.3.1 Teoría del aprendizaje organizacional

Peter Senge (1993), sostiene que *“Las organizaciones que cobrarán relevancia en el futuro, serán las que descubran cómo aprovechar el entusiasmo y la capacidad de aprendizaje de la gente en todos los niveles de la organización.”* Y propone diseñar una estrategia organizacional para desarrollar las cinco disciplinas del aprendizaje organizacional, estas disciplinas son las siguientes: (1) Pensamiento Sistémico, (2) Dominio personal, (3) Modelos mentales, (4) Construcción de una visión compartida y (5) Aprendizaje en equipo.

2.3.2 Teoría del comportamiento organizacional

Henry Fayol (Pugh, 1977), hizo grandes aportes a los diferentes niveles administrativos, y es considerado el padre de la Teoría Clásica de la Administración, la cual nace de la necesidad de encontrar lineamientos para administrar organizaciones complejas. También fue el primero en sistematizar el comportamiento gerencial, y estableció catorce principios de la administración que influyen en el comportamiento organizacional. Estos principios son los siguientes:

- **División de Trabajo.** Cuanto más se especialicen las personas, con mayor eficiencia desempeñarán su oficio. Este principio se ve muy claro en la moderna línea de montaje.
- **Autoridad.** Los gerentes tienen que dar órdenes para que se hagan las cosas. Si bien la autoridad formal les da el derecho de mandar, los gerentes no siempre obtendrán obediencia, a menos que tengan también autoridad personal (Liderazgo).
- **Disciplina.** Los miembros de una organización tienen que respetar las reglas y convenios que gobiernan la empresa. Esto será el resultado de un buen liderazgo en todos los niveles, de acuerdos equitativos (tales disposiciones para recompensar el rendimiento superior) y sanciones para las infracciones, aplicadas con justicia.

- **Unidad de Dirección.** Las operaciones que tienen un mismo objetivo deben ser dirigidas por un solo gerente que use un solo plan.
- **Unidad de Mando.** Cada empleado debe recibir instrucciones sobre una operación particular solamente de una persona.
- **Subordinación de interés individual al bien común.** En cualquier empresa el interés de los empleados no debe tener prelación sobre los intereses de la organización como un todo.
- **Remuneración.** La compensación por el trabajo debe ser equitativa para los empleados como para los patronos.
- **Centralización.** Fayol creía que los gerentes deben conservar la responsabilidad final pero también necesitan dar a sus subalternos, autoridad suficiente para que puedan realizar adecuadamente su oficio. El problema consiste en encontrar el mejor grado de centralización en cada caso.
- **Jerarquía.** La línea de autoridad en una organización representada hoy generalmente por cuadros y líneas de un organigrama pasa en orden de rangos desde la alta gerencia hasta los niveles más bajos de la empresa.
- **Orden.** Los materiales y las personas deben estar en el lugar adecuado en el momento adecuado. En particular, cada individuo debe ocupar el cargo o posición más adecuados para él.
- **Equidad.** Los administradores deben ser amistosos y equitativos con sus subalternos.
- **Estabilidad del personal.** Una alta tasa de rotación del personal no es conveniente para el eficiente funcionamiento de una organización.
- **Iniciativa.** Debe darse a los subalternos, libertad para concebir y llevar a cabo sus planes, aun cuando a veces se comentan errores.
- **Espíritu de equipo.** Promover el espíritu de equipo dará a la organización un sentido de unidad. Fayol recomendaba por ejemplo, el empleo de la comunicación verbal en lugar de la comunicación formal por escrito, siempre que fuera posible.

2.3.3 Modelo de aceptación de la tecnología (TAM)

El Modelo de Aceptación Tecnológica (Davis et al., 1989), sostiene que, cuando los usuarios se presentan con una nueva tecnología, una serie de factores influyen en su decisión sobre cómo y cuándo lo van a usar y qué beneficios obtendrán de ello.

2.3.4 Teoría de la argumentación

Esta teoría fue propuesta por Cox & Willard (1982), y sostienen que *“el debate y la negociación ayuda a alcanzar conclusiones de mutuo acuerdo aceptables”*.

También incluye el diálogo erístico, una rama del debate social en el cual la principal motivación es la victoria sobre un oponente, este arte es con frecuencia el medio por el cual algunas personas protegen sus creencias o propios intereses en un diálogo racional, en simples coloquios o durante el proceso de argumentación o defensa de ideas.

2.3.5 Teoría del capital social

La teoría del Capital social (Coleman, 1988), sostiene que, el aspecto de la organización social, tales como confianza, normas y redes de compromiso, pueden mejorar la eficiencia de una sociedad al facilitar la acción coordinada.

2.3.6 Teoría del actor-red

Bruno Latour (Latour, 2005), sostienen lo siguiente “considera actante tanto a humanos, como a *objetos* (*“no-humanos”*). Además, señala la importancia de lo tecnológico en la explicación del mundo, tratándolo de una manera equivalente a la manera en que se trata lo social. Y pone atención en las redes que se establecen en la producción de conocimiento, estudiando y

observando el entorno de los ingenieros y científicos cuando llevan a cabo sus proyectos.

2.3.7 Síndrome de la adaptación general de Selye

El Síndrome de la Adaptación General de Selye (Folkman et al., 1986), sostiene que, diversos eventos de la vida tienen la propiedad de ser factores causantes de estrés, los cuales provocan un desequilibrio emocional. Esto se presenta cuando la persona identifica una situación o un encuentro como amenazante, cuya magnitud excede sus propios recursos de afrontamiento, lo cual pone en peligro su bienestar y, por consiguiente, en la productividad de su trabajo. Además, el estrés influye en la capacidad de las personas

2.3.8 Teoría del crecimiento de la empresa

La teoría del Crecimiento de la Empresa (Penrose, 1959), sostiene que, el desarrollo de capacidades distintivas permitirá que las organizaciones puedan conseguir ventajas competitivas.

2.4 Nomenclaturas, símbolos y abreviaturas

Las nomenclaturas, símbolos y abreviaturas utilizadas en la presente investigación se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Lista de nomenclaturas, símbolos y abreviaturas

Nomenclaturas	
<i>A1</i>	Actividad: Adquisición del Conocimiento
<i>A2</i>	Actividad: Identificación de fuentes
<i>A3</i>	Actividad: Definición de técnica
<i>A4</i>	Actividad: Identificación de lista de deseos
<i>A5</i>	Actividad: Integración de lista de deseos
<i>A6</i>	Actividad: Documentación
<i>A7</i>	Actividad: Refinamiento
<i>ChiDist</i>	Valor de la distribución chi-Cuadrado

<i>C1</i>	Cualidad: Completo
<i>C2</i>	Cualidad: Consistente
<i>C3</i>	Cualidad: Correcto
<i>C4</i>	Cualidad: No ambiguo
<i>C5</i>	Cualidad: Verificable
<i>C6</i>	Cualidad: Ranqueable
<i>C7</i>	Cualidad: Modificable
<i>C8</i>	Cualidad: Trazable
<i>C9</i>	Cualidad: Entendible
<i>C10</i>	Cualidad: Factible
<i>C11</i>	Cualidad: Claro
<i>C12</i>	Cualidad: Independiente
<i>C13</i>	Cualidad: No redundante
<i>C14</i>	Cualidad: Breve
<i>C15</i>	Cualidad: Libre de implementación
<i>C16</i>	Cualidad: Necesario
<i>Df</i>	Grado de libertad
<i>Dim1</i>	Componente 1 para explicar datos de la muestra
<i>Dim2</i>	Componente 2 para explicar datos de la muestra
<i>F1</i>	Factor: Capacidad de aprendizaje
<i>F2</i>	Factor: Capacidad de negociación
<i>F3</i>	Factor: Personal estable
<i>F4</i>	Factor: Utilidad percibida
<i>F5</i>	Factor: Confianza
<i>F6</i>	Factor: Estrés
<i>F7</i>	Factor: Semi-Autonómica
<i>H₀</i>	Hipótesis nula
<i>H_a</i>	Hipótesis alternativa
<i>Mass</i>	Frecuencia total de cada punto
<i>N</i>	Tamaño de la muestra
<i>p-value</i>	Probabilidad de error

S	Desviación estándar de la muestra
T	Distribucion T-Student
\bar{x}	Media de la muestra
Símbolos griegos	
α	Nivel de significancia
μ	media especificada en la hipótesis nula H_0
Abreviaturas	
ACS	Análisis de Correspondencia Simple
ACM	Análisis de Correspondencia Múltiple
IR	Ingeniería de Requisitos

Fuente. Elaborado por el autor

CAPÍTULO 3: ESTADO DEL ARTE

En el presente capítulo se realiza la revisión sistemática de la literatura sobre los diferentes aportes en la elicitación de requisitos de software. Para ello, se define un marco general para la revisión de la literatura, de acuerdo a tres preguntas de investigación relacionadas al objetivo de este capítulo: Q1) ¿Qué aspectos han cubiertos las diferentes propuestas en la Elicitación de Requisitos? Q2) ¿Qué Actividades del proceso de la Elicitación de Requisitos han sido cubiertas por las diferentes propuestas? Y Q3) ¿Qué factores influyen en la Elicitación de Requisitos y de qué manera? Luego se realiza un análisis sobre los resultados obtenidos; uno de los resultados mostró que el proceso de Elicitación de Requisitos necesita mejoras.

3.1 Introducción

Tal como se mencionó en el capítulo 1, muchos problemas han surgido relacionados a la elicitación de requisitos (Laportí et al., 2009; Zhang et al., 2011; Mulla & Girase, 2012; Atladottir et al., 2012; Meth et al., 2013). En este sentido, dada la importancia del impacto de la elicitación de requisitos en el éxito de los proyectos de software, se han realizado trabajos de Revisión de la Literatura sobre la elicitación de requisitos, tales como los trabajos de Pacheco & García (2012), quienes revisaron métodos para identificar stakeholders, Carrillo et al. (2012) y Meth et al. (2013), quienes revisaron herramientas de soporte para la elicitación de requisitos.

Mientras tanto, hay algunos aspectos importantes en la elicitación de requisitos que merecen ser estudiados, por ejemplo: Framework, Modelos, actividades del proceso de elicitación y factores. Además, es importante conocer las relaciones entre algunos aspectos, como: ¿Qué factores influyen en las actividades del proceso de elicitación?

Por esta razón, el propósito de este capítulo es revisar los diferentes aspectos desarrollados en la elicitación de requisitos para conocer la relación entre ellos y tener una visión global en el desarrollo de este dominio.

Para ello, se realiza un análisis de los diferentes tipos de propuestas que han surgido en los últimos años, de acuerdo a un Marco de Trabajo propuesto.

El resto del capítulo se organiza de la siguiente manera: en la Sección 3.2 se presenta la metodología de investigación utilizada, en la Sección 3.3 se realiza la revisión de la literatura en base al Marco de análisis propuesto, en la Sección 3.4 se presenta los resultados del análisis al aplicar el marco propuesto y finalmente en la Sección 3.5 se presenta las conclusiones.

3.2 Metodología de Investigación

Se realizó una revisión sistemática de la literatura teniendo en cuenta las directivas utilizadas por Kitchenham et al. (2007), que fue adaptado, determinándose 3 fases de la siguiente manera:

- Planificación de la revisión: En esta fase, se elaboró las preguntas de investigación y se definió el protocolo de revisión.
- Desarrollo de la revisión: En esta fase, los estudios primarios se seleccionan de acuerdo con los criterios de selección y exclusión.
- Resultados de la revisión: En esta fase, se presentan las estadísticas y el análisis realizado para los estudios que se seleccionaron anteriormente, los detalles del análisis se explican en las siguientes secciones.

3.2.1 Planificación de la revisión

Para lograr este propósito de la investigación, se proponen las siguientes preguntas de investigación:

- Q1: ¿Qué aspectos han cubiertos las diferentes propuestas en la elicitación de requisitos?
- Q2: ¿Qué Actividades del proceso de la elicitación de requisitos han sido cubiertas por las diferentes propuestas?
- Q3: ¿Qué Factores influyen en la elicitación de requisitos y de qué manera?

Las siguientes bases de datos se usaron principalmente para definir el protocolo de búsqueda: SCIENCE DIRECT, IEEE Xplore Digital Library and ACM Digital Library. Se consideraron los el periodo de búsqueda comprendido entre enero del 2009 y diciembre del 2014.

Se utilizó la siguiente sentencia de búsqueda: TITLE-ABS-KEY ("Requirements Elicitation") OR TITLE-ABS-KEY ("Requirements Identificación") OR TITLE-ABS-KEY ("requirements engineering"), que se han aplicado en el título, abstract y keywords. Después de ello, se aplicaron los criterios de selección y exclusión mostrados en la Tabla 4.

3.2.2 Desarrollo de la revisión

Los estudios primarios identificados en el proceso de búsqueda fueron sometidos a un proceso de selección de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 4. Para eso, fue necesario hacer una revisión previa sobre el contenido para determinar su relevancia y, finalmente, la mayoría de estos los estudios se descartaron porque se referían a otras áreas, como ingeniería, negocios o energía. El desarrollo del proceso de revisión se muestra en la Figura 7.

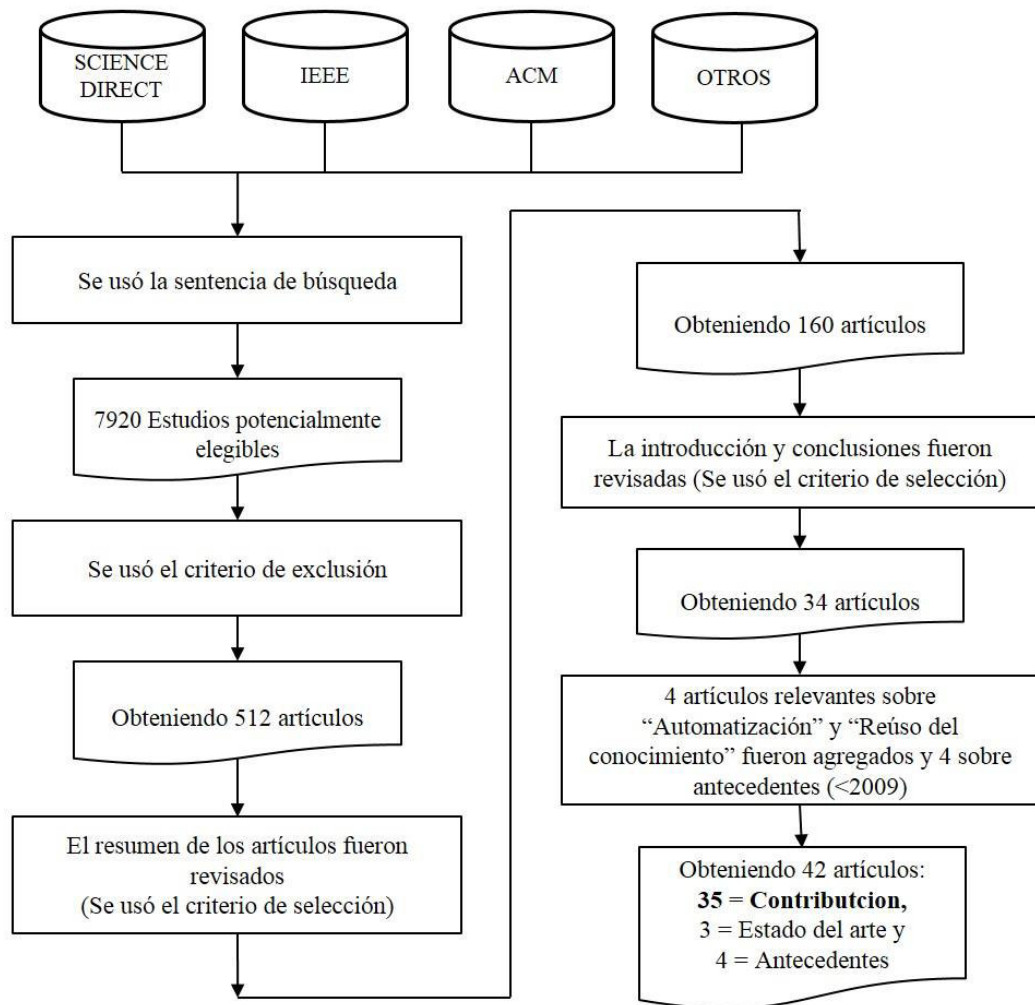
Tabla 4. Criterio de selección y exclusión

Criterio de selección	Criterio de exclusión
Estudios relacionados al estado del arte y motivación.	Fuentes de estudios que sean diferentes a Journals y Proceeding.
Estudios que contengan diferentes tipos de propuestas: Frameworks, modelos, técnicas, herramientas, entre otras.	El idioma de estudio es diferente al idioma inglés
Propuestas sobre factores que influyen en la elicitación de requisitos.	Mencionan la Elicitación pero que no están orientados a la ingeniería de software.
Estudios que estén relacionados a cualquier actividad al proceso de elicitación.	

Fuente. Elaborado por el autor

Dado que se han encontrado pocos artículos sobre automatización y la reutilización del conocimiento en la elicitación de requisitos, se agregaron 4 artículos (Ankori, 2005; Li et al., 2007; Jain et al., 2003; Shibaoka et al., 2007) que no pertenecen al período establecido (<2009). Además, agregamos 4 documentos (Nuseibeh & Easterbrook, 2000; Borland, 2005; Alford, 1985; Pisan, 2000) sobre los antecedentes (background).

Figura 7. Proceso de la revisión sistemática de la literatura



Fuente. Elaborado por el autor

3.2.3 Resultados de la revisión

3.2.4 Tendencias sobre publicaciones

El resultado del proceso de revisión sistemática proporcionó 7920 estudios, de los cuales, 42 fueron seleccionados de acuerdo con los criterios de selección y exclusión. En este caso, 3 estudios fueron sobre revisión de literatura, 4 sobre antecedentes y 35 sobre propuestas diferentes. Esos 35 estudios sobre propuestas se analizaron para responder a las preguntas de investigación. En la Tabla 5, se muestra la cantidad de estudios seleccionados por tipo de fuente.

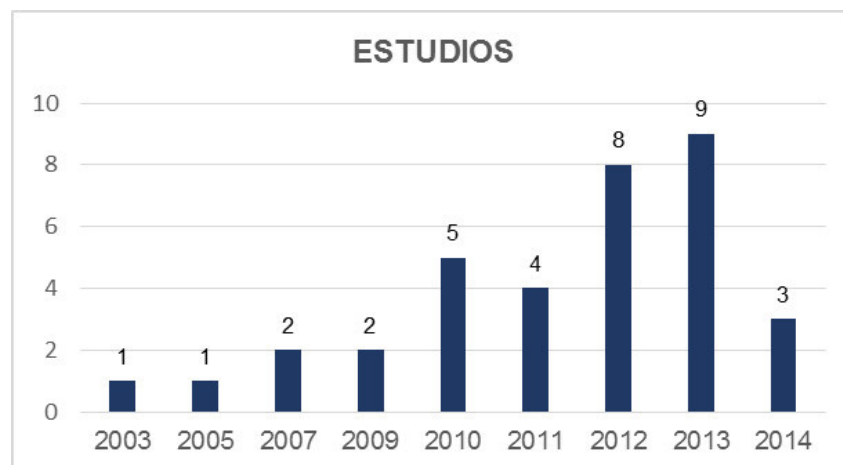
Tabla 5. Estudios potencialmente elegibles y seleccionados

Fuente	Estudios potencialmente elegibles	Estudios seleccionados
Science Direct	1297	12
IEEE	5885	10
ACM	154	5
Others	584	8
TOTAL	7920	35

Fuente. Elaborado por el autor

Además, en la Figura 8 se presenta el número de estudios relacionados con la elicitación de requisitos entre los años (2009 - 2014) y los 4 estudios considerados fuera del período (<2009). Estos 35 estudios corresponden a diferentes aspectos sobre la elicitación y factores que influyen en la elicitación de requisitos.

Figura 8. Evolución de estudios sobre elicitación de requisitos

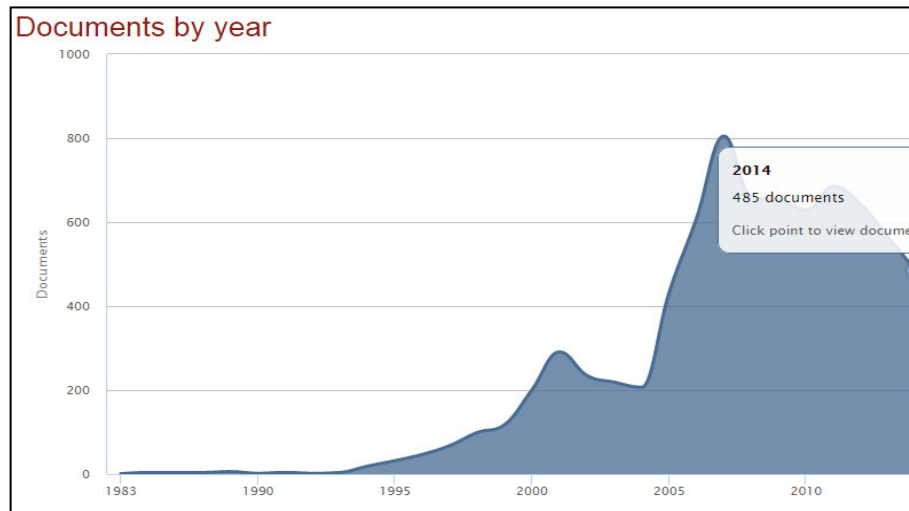


Fuente. Elaborado por el autor

Por otro lado, utilizando la sentencia de búsqueda en SCOPUS (2014) obtuvimos las tendencias de las publicaciones presentadas en la Figura 9. Donde se observa que el primer artículo sobre la elicitación de requisitos fue

propuesto por Alford (1985), quien discutió la evolución de metodología de elicitación de requisitos de software.

Figura 9. Tendencias de publicaciones sobre elicitación de requisitos



Fuente. SCOPUS (2014)

3.2.4.1 Fuente de datos

La Tabla 6 muestra las publicaciones realizadas sobre la elicitación de requisitos por tipo de fuente (Journal y Proceeding) de las diferentes bases de datos. Es posible ver que la mayoría de los estudios en Journal son de Science Direct y los estudios en Proceedings son de IEEE. Además, podemos ver que la mayoría de los estudios se han publicado en Journals (51%) mientras que los estudios publicados en Proceedings representan el 49%. Es importante notar que la clasificación "Otros" corresponde a estudios provenientes de SCOPUS, EBSCO y ProQuest (Mulla & Girase, 2012; Atladottir et al., 2012; Fuentes et al., 2010; Aranda & Vizcaino, 2010; Liao, 2013; Burnay & Faulkner, 2014; Aithal & Desai, 2009; Sakhnini et al., 2012).

Tabla 6. Publicaciones sobre elicitación de requisitos por tipo de fuente

Tipo de fuente	Science Direct	IEEE	ACM	Otros	Total	Porcentaje
Journal	12	0	1	5	18	51%
Proceeding	0	10	4	3	17	49%
TOTAL	12	10	5	8	35	100%

Fuente. Elaborado por el autor

3.3 Análisis de estudios

En esta sección se presenta la revisión de la Literatura en función al Framework general propuesto, que se muestra en la Figura 10, este Framework está compuesto en 3 clasificaciones: “*Aspectos cubiertos*”, “*Actividades*” y “*Factores que influyen*”. Donde cada una de estas partes se relacionan con las siguientes preguntas de investigación planteadas.

Figura 10. Framework propuesto para la revisión de la literatura



Fuente. Elaborado por el autor

La clasificación "Aspectos cubiertos" nos permitirá conocer hasta ahora, qué aspectos son considerados en la elicitación de requisitos y en qué magnitud. "Actividades" nos permitirán conocer sobre las actividades del proceso de

elicitación que han sido cubiertas por diferentes estudios. Finalmente, "Factores que influyen" nos permitirán conocer qué factores son considerados por diferentes estudios como positiva o negativa influencia en la elicitación.

La Tabla 7 muestra los estudios encontrados para la revisión sistemática de la literatura según la clasificación del Framework propuesto y las bases de datos utilizadas.

Tabla 7. Clasificación de estudios encontrados en la revisión sistemática de la literatura sobre “elicitación de requisitos”

Clasificación	Science Direct	IEEE	ACM	Otros	Total
Aspectos cubiertos	Laporti et al. (2009), Zhang et al. (2011), Azadegan et al. (2013), Acuña et al. (2012), Fernandes et al. (2012), Carrizo et al. (2014).	Ankori (2005), Li et al. (2007), Sabahat et al. (2010), Vlas & Robinson (2011), Dragicevic & Celar (2013), Soltanian et al. (2013), De Oliveira et al. (2013), Yin & Jin (2012), Tiwari et al. (2012).	Kamalrudin et al. (2010), Jain et al. (2003), Durdik (2011), Shibaoka et al. (2007).	Mulla & Girase (2012), Fuentes et al. (2010), Aranda & Vizcaino (2010), Liao (2013).	23
Actividades	Laporti et al. (2009), Zhang et al. (2011), Azadegan et al. (2013), Acuña et al. (2012), Fernandes et al. (2012), Carrizo et al. (2014).	Ankori (2005), Li et al. (2007), Sabahat et al. (2010), Vlas & Robinson (2011), Dragicevic & Celar (2013), Soltanian et al. (2013), De Oliveira et al. (2013), Yin & Jin (2012), Tiwari et al. (2012).	Kamalrudin et al. (2010), Jain et al. (2003), Durdik (2011), Shibaoka et al. (2007).	Mulla & Girase (2012), Fuentes et al. (2010), Aranda & Vizcaino (2010), Liao (2013).	23
Factores que influyen	Laporti et al. (2009), Zhang et al. (2011), Azadegan et al. (2013), Acuña et al. (2012), Fernandes et al. (2012), Burnay & Faulkner (2014), Iden et al. (2011), Verner & Abdullah (2012), Hadar et al. (2014), Wnuk et al. (2013), Moros et al. (2013).	Ankori (2005), Li et al. (2007), Sabahat et al. (2010), Vlas & Robinson (2011), De Oliveira et al. (2013), Yin & Jin (2012), Tiwari et al. (2012), Derrick et al. (2013).	Shibaoka et al. (2007), Castro & Cleland (2010).	Mulla & Girase (2012), Atladottir et al. (2012), Fuentes et al. (2010), Aranda & Vizcaino (2010), Liao (2013), Derrick et al. (2013), Aithal & Desai (2009), Sakhnini et al. (2012).	29

Fuente. Elaborado por el autor

3.3.1 Aspectos cubiertos

Esta clasificación nos permitirá saber qué aspectos han cubiertos las diferentes propuestas en la elicitación de requisitos y está relacionada a la primera pregunta de investigación (Q1). Esto requiere una taxonomía basados en los tipos de contribuciones que hay en la literatura, tales como: *Tipo de Aporte*, *Nivel de automatización*, *Reúso del conocimiento*, *Importancia del Factor Humano*, *Enfoque Colaborativo* y *Complejidad de Proyecto* (ver Figura 11).

Figura 11. Taxonomía para "Aspectos cubiertos" en la elicitación de requisitos



Fuente. Elaborado por el autor

La Tabla 8 muestra seis sub preguntas de investigación relacionadas a la pregunta de investigación Q1.

Tabla 8. Preguntas de investigación relacionadas a "Aspectos cubiertos" en la Elicitación de Requisitos

Clasificación	Pregunta de Investigación
Tipo de aporte	Q1.1: ¿Cuáles son los tipos de propuestas existentes para la Elicitación de requisitos de Software?
Grado de automatización	Q1.2: ¿Qué aportes están orientados a la Automatización de la Elicitación de requisitos de Software?
Reúso del Conocimiento	Q1.3: ¿Qué aportes reutilizan el conocimiento en la Elicitación de requisitos de Software?
Importancia del factor humano	Q1.4: ¿Qué aportes consideran el Factor Humano como importante en la Elicitación de requisitos de Software?
Enfoque colaborativo	Q1.5: ¿Qué aportes consideran el enfoque colaborativo en la Elicitación de requisitos de Software?
Complejidad de proyectos	Q1.6: ¿Qué aportes se enfocan en la elicitación de requisitos de proyectos de software complejos?

Fuente. Elaborado por el autor

Los componentes de la taxonomía que se muestra en la Figura 11 son explicados a continuación.

3.3.1.1 Tipos de contribuciones

Esta clasificación nos permite saber los diferentes tipos de propuesta que han surgido en los últimos años para la Elicitación de Requisitos, tales como: Frameworks, Modelos, Métodos, Técnicas, Enfoques y Herramientas (Tabla 9). En la Tabla 9 también se presenta la cantidad de tipo de aporte, tales como: frameworks, modelos, métodos, técnicas, enfoques y herramientas utilizados en la elicitación de requisitos.

Tabla 9. Tipo de aportes en la elicitación de requisitos

Tipo de Aporte	Referencia	Total
Frameworks	Ankori (2005), Li et al. (2007), Fuentes et al. (2010), Tiwari et al. (2012), Aranda & Vizcaino (2010), Sabahat et al. (2010), Carrizo et al. (2014).	7
Modelos	Laportí et al. (2009), Liao (2013), Kamalrudin et al. (2010), Jain et al. (2003).	4
Métodos	Azadegan et al. (2013), Dragicevic & Celar (2013), Shibaoka et al. (2007)	3
Técnicas	Vlas & Robinson (2011), Acuña et al. (2012), Yin & Jin (2012), De Oliveira et al. (2013)	4
Enfoques	Mulla & Girase (2012), Zhang et al. (2011), Durdik (2011).	3
Herramientas	Soltanian et al. (2013), Fernandes et al. (2012)	2
		23

Fuente. Elaborado por el autor

A continuación se mencionan algunas investigaciones relacionados a cada tipo de aporte (frameworks, modelos, métodos, técnicas, enfoques y herramientas).

3.3.1.1.1 Frameworks

1. Resumen de contribuciones sobre frameworks

Entre las contribuciones relacionadas a Frameworks, se encuentran las siguientes:

- El Framework de Ankori (2005), para recuperar automáticamente requisitos funcionales aplicando Machine Learning y Procesos ágiles.
- El Framework de Li et al. (2007), para Mejorar la elicitación de requisito reusando requisitos, aplicando ontologías y el Modelo KADS.

- El Framework de Fuentes et al. (2010), para mejorar la Elicitación de requisitos sobre el contexto humano, aplicando la Teoría de la Actividad.
- El Framework de Tiwari et al. (2012), que ayuda a seleccionar efectivamente técnicas de Elicitación de requisitos de proyecto de software basado en la Alineación de la información contextual del proyecto y las técnicas de obtención.
- Los Frameworks propuestos por Aranda & Vizcaino (2010) y Sabahat et al. (2010), para mejorar la comunicación en la Elicitación de requisitos en el Desarrollo de Software Globales (GSD).
- Y el Framework para seleccionar técnicas de elicitación de requisitos más adecuada en base de estudios empíricos, teóricos y juicios de expertos, de Carrizo et al. (2014).

Y los Frameworks analizados por estos autores son: la propuesta de Goguen & Linde (1993), donde examinan las técnicas de Elicitación de requisitos. El Framework de Davis & Hickey (2003), sobre el uso de Ontologías en la selección de técnicas. El Framework de Zowghi & Coulin (2005), sobre el estudio de Enfoques, técnicas y Herramientas en la Elicitación de Requisitos. El Framework de Davis et al. (2006), sobre la Eficacia de las técnicas de obtención de requisitos. El Framework para la obtención de requisitos basado en una ontología en el contexto del sistema de información empresarial presentado por Jin (2000). El framework SUCRE propuesto por Alsumait (2004), para la extraer requisitos de la interfaz de usuarios usando escenarios y casos de uso. El framework SDE propuesto por Virani (2008), que muestra los diagramas de secuencia en un árbol y en un formato tabular.

II. Framework para la elicitación de requisitos

Fuentes et al. (2010), proponen un framework llamado ATRE, con la finalidad de mejorar la elicitación de requisitos, aplicando la *Teoría de la*

Actividad (AT), enfocándose en el contexto humano. Y sostienen que la AT es un recurso para elicitación los requisitos relativos al contexto humano de un sistema. También, integran un conjunto de técnicas de análisis y conocimiento de AT. Sus componentes principales son un repositorio de las propiedades sociales que formaliza la experiencia de AT en el estudio de los contextos humanos, y utiliza un proceso iterativo para la elicitación de requisitos.

Los autores sostienen que la elicitación de requisitos por lo general se considera como una de las etapas más difíciles del proceso de software. Y esto es aún más evidente cuando se considera el factor humano en los requisitos. Por ejemplo, en el despliegue de una aplicación empresarial en una empresa de consultoría, después de meses de desarrollo, el sistema se entrega a los usuarios finales y las quejas empiezan. Satisface a los clientes pero no a los usuarios. Una elicitación adecuada no sólo debe capturar los requisitos de los clientes, sino a todos los aspectos del contexto que pueden afectar al sistema o su uso de alguna manera (Fuentes et al., (2010).

Con la esperanza de proporcionar un método adecuado para la elicitación de información sobre el medio ambiente humano, las soluciones se basan en la experiencia obtenida de los proyectos de software anteriores y la incorporación del conocimiento extraído de las ciencias sociales. Sin embargo, varios problemas han impedido la adopción y el éxito de estos enfoques, tales como: falta de conocimiento de un experto, necesidad de expertos en la materia social y los malos entendidos (Fuentes et al., 2010).

Además, la elicitación de requisitos también tiene que lidiar con la brecha común entre la forma textual de los requisitos y su formalización total o parcial (Cheng & Atlee, 2007). La mayoría de las técnicas de elicitación deben comenzar a trabajar con el lenguaje natural o alguna forma

estructurada de la misma, como las plantillas o las formas restringidas de lenguaje natural (Fuentes et al., 2010).

Por otro lado, los ingenieros deben luego traducir esta información a las representaciones más formales, como los modelos de desarrollo de software como UML o diagramas entidad-relación (OMG, 2007). Esta tarea implica trabajo de interpretación que consume mucho tiempo y propenso a errores. Fuentes et al., (2010), sostienen que una solución a estos problemas podría ser proporcionar lenguajes, herramientas y técnicas que unen las lagunas de fondo entre los actores que participan en elicitación de requisitos, es decir, profesionales sociales, ingenieros y clientes.

Los autores (Fuentes et al., 2010), sostienen que, en los últimos trabajos sobre elicitación de requisitos, han surgido intentos de llevar especificaciones de requisitos más acorde a las necesidades de los clientes, tales como: trabajos que utilizan objetivos (Lamsweerde 2001, Dardenne et al., 1993) y los conceptos de agentes (Dubois et al., 1994, Castro et al., 2002). Sin embargo, estos trabajos aún no disponen de un conocimiento adecuado del factor humano.

Es por ello, que Fuentes et al., (2010), buscan la reducción de las brechas de comunicación entre los expertos, donde toman como base la teoría de la actividad para hacer frente a estos problemas. La Teoría de la Actividad (AT) (Vygotsky, 1978) es un paradigma socio-psicológico centrado en las interacciones humanas en entornos sociales. Efectivamente, se ha aplicado y adaptado con éxito para el desarrollo de software incluyendo (Bodker & Gronbaek, 1996; Clancey et al., 1998; Kaptelinin et al., 1999).

Los componentes del framework de Fuentes et al. (2010), se explican a continuación.

- ***Teoría de la actividad (AT)***

La Teoría de la Actividad (AT) es un paradigma para el análisis de los grupos humanos. Las personas están incrustados en un contexto físico y socio-cultural y su comportamiento no puede entenderse fuera de ella. Al mismo tiempo, interactúan activamente con ese ambiente y lo cambian. Estos actos interactivos con el medio ambiente se llaman actividades y sus contextos de sistemas actividad (Vygotsky, 1978).

Los autores de este trabajo aplican la Teoría de la actividad en el Framework que desarrollan para la obtención de requisitos (ATRE), este framework es un recurso para obtener los requisitos relativos al contexto humano de un sistema. Integra un conjunto de técnicas de análisis y conocimiento de AT. Sus componentes principales son; Un repositorio de las propiedades sociales que formaliza la experiencia de AT en el estudio de los contextos humanos, y un Proceso de IR iterativo que utiliza.

La actividad (Leontiev, 1978) es un proceso de transformación impulsado por las necesidades de la gente. El proceso transforma los objetos (Object) en los resultados (Outcome) que satisfagan esas necesidades. El componente activo que lleva a cabo la actividad es el sujeto (Subject). Cualquier otro elemento utilizado en la transformación es una herramienta (Tool).

Y las Herramientas dan forma a la interacción del sujeto con el entorno. Las comunidades (Community) son los conjuntos de temas relacionados directa o indirectamente a los mismos objetos. Las relaciones entre el sujeto y la comunidad están mediados por las normas (por ejemplo, las leyes, las convenciones sociales o normas) y las relaciones entre la comunidad y el objeto por la división del trabajo (Engestrom, 1987). En el proceso de transformación, la división del trabajo establece el papel de los actores de la comunidad, el poder que poseen, o de las tareas de las que son

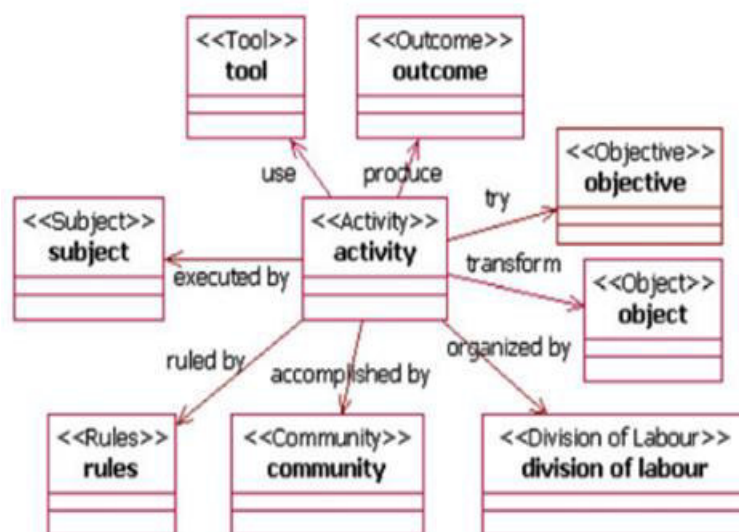
responsables. Todos los elementos de este tipo relacionados con una actividad dada constituyen su sistema de actividad.

- **UML-AT**

UML-AT (Fuentes, Gómez, Pavón, 2007) es un perfil de UML (OMG, 2007) que define los estereotipos de los conceptos y relaciones de AT y utiliza el objeto Constraint Language (OCL) (OMG, 2006) para especificar las restricciones tales como los estereotipos que una relación puede vincular.

La Figura 12 muestra un ejemplo de especificación con UML-AT. Donde corresponde a los elementos básicos del AT. Cada concepto tiene su estereotipo de clase en UML-AT, las relaciones se representan como asociaciones entre aquellos conceptos que pueden vincularse.

Figura 12. Sistema de “Actividad” con UML-AT



Fuente: Fuentes et al. (2010)

Cada perspectiva tiene descripciones textuales y de diseño. La descripción de diseño utiliza un lenguaje llamado UML-AT (Fuentes et al., 2007) sobre la base de AT (Vygotsky, 1978) y se especifica formalmente con el Lenguaje de Modelado Unificado (UML) (OMG, 2007).

La definición de UML-AT como un perfil de UML permite aprovechar el apoyo disponible para UML en el desarrollo de herramientas específicas para ATRE. Utilizan como herramienta de apoyo Teoría de la Actividad Assistant (ATA) (Fuentes et al., 2007) que es como el desarrollo basado en lenguajes específicos de dominio (DSL) (Sierra et al., 2008).

ATRAE usa UML AT y también usa la herramienta basada en Teoría de la Actividad Assistant (ATA) (Fuentes et al., 2007), que está en la línea de las herramientas existentes para la ingeniería dirigida por modelos (MDE) (Schmidt, 2006) y el desarrollo basado en lenguajes específicos de dominio (DSL) (Sierra et al., 2008).

ATA es un editor gráfico y herramienta de transformación para especificaciones UML-AT. Es compatible con un proceso de transformación bidireccional basado en asignaciones declarativas entre UML-AT y otros lenguajes de modelado (Fuentes et al., 2010).

Este proceso de transformación es semi-automatizado, con la ayuda del usuario requerido sólo para resolver ambigüedades en la traducción. Este proceso significa que ATRE puede trabajar con UML-AT y el resto del proceso de desarrollo de los lenguajes de modelado de elección, así ATRE se puede integrar en las prácticas de software existentes (Fuentes et al., 2010).

- ***Propiedades sociales***

Las Propiedades Sociales es una pieza de información extraída de las Ciencias Sociales y aplicable a la Elicitación de Requisitos. Representa la información para obtener o comprobar sobre el contexto humano, de acuerdo con la experiencia de los profesionales sociales. Este uso requiere una representación adecuada dirigida a tres objetivos: (1) Para facilitar la

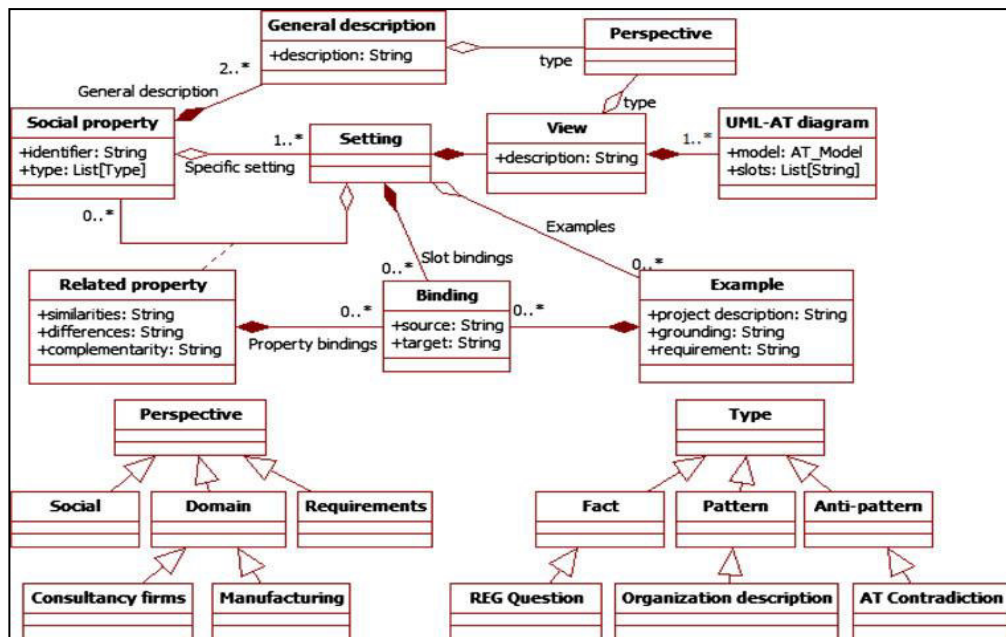
comunicación entre los profesionales sociales, (2) Expertos de dominio y clientes y (3) Los ingenieros de requisitos.

Las propiedades sociales permiten lo siguiente: ayudan a establecer relaciones mutuas entre la información y propiedades. Por ejemplo, una propiedad que representa un conflicto señala a las propiedades que pueden contribuir a solucionarlo, apoyan el proceso de desarrollo después de elicitación. Uno de los principales problemas en elicitación de requisitos es la migración de los requisitos a las representaciones semi-formales o formales utilizados en el desarrollo restante (Fuentes et al., 2010).

Para satisfacer los requisitos, ATRE utiliza la estructura en la Figura 13 para la descripción de las propiedades sociales. La estructura incluye tres perspectivas diferentes: básicos para los profesionales sociales (Sociales), los expertos de dominio y clientes (de dominio) y los ingenieros (requisitos).

- **Descripciones sociales.** Se utilizan principalmente para la especificación de propiedades. En ellas se explica la motivación de la propiedad de acuerdo a las Ciencias Sociales: ¿qué información útil puede ser recopilada sobre el contexto humano y por qué puede ser relevante?
- **Descripciones de dominio.** Describen esta información para los clientes, la organización, las leyes, o los flujos de trabajo pertinentes en su escenario. Tener en cuenta que no hay una perspectiva de dominio único, como de hecho, estas descripciones tienen que ser personalizado para dominios específicos de la aplicación, como por ejemplo el caso de empresas de consultoría y de fabricación (Figura 13).
- **Descripciones de Requisitos.** Indican los ingenieros de los posibles impactos de cada requisito en diferentes aspectos de sus sistemas.

Figura 13. Estructura para las propiedades sociales en ATRAE



Fuente. Fuentes et al. (2010)

• **Proceso de elicitación**

El proceso de la Elicitación de requisitos ATRE realiza ciclos en los que los clientes y los ingenieros eligen un tema de los requisitos para el análisis y agregan nueva información para el uso de las propiedades sociales.

ATRE concibe la elicitación de requisitos como una etapa intercalados con el resto del desarrollo. Trabaja sobre las especificaciones actuales de los requisitos, parte de la cual puede surgir de la arquitectura del sistema disponible.

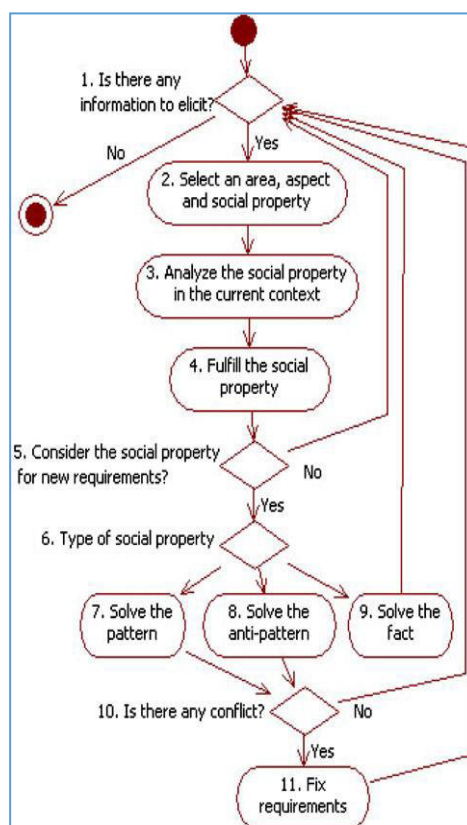
En la Figura 14 se resume este proceso.

- Una ejecución de la etapa de elicitación comienza cuando los clientes o los ingenieros se dan cuenta de que los requisitos actuales no capturan

toda la información pertinente. Este reconocimiento aparece como opción 1.

- En la actividad 2, los clientes y los ingenieros discuten sobre los problemas potenciales a tener en cuenta para los requisitos nuevos o refinamientos.
- El repositorio ATRE ayuda con su estructura jerárquica. De acuerdo con la información destino, los clientes y los ingenieros navegan el repositorio de la información de manera genérica a la más específica, es decir, de las zonas de aspectos y de éstos a las propiedades.
- Si no hay una idea clara sobre lo que se puede perder en los requisitos, la información en el repositorio puede sugerir cuestiones de introspección. El resultado de esta actividad es la elección de una propiedad social para elicitar.

Figura 14. Proceso de elicitación de ATRE



Fuente. Fuentes et al. (2010)

Fuentes et al., (2010), utilizan un caso de estudio para aplicar el Framework ATRAE propuesto y la herramienta de soporte ATA, donde se centran en el desarrollo de un nuevo sistema de una consultora, donde obtuvieron buenos resultados. La empresa lo organizaron con tres departamentos principales: Proyectos, Contabilidad y Marketing. Donde clientes e ingenieros de requisitos, estudiaron los requisitos funcionales de este sistema identificados anteriormente y también nuevos requisitos. Y como parte de las funcionalidades del nuevo sistema, el requisito era incluir un componente de Data Mining con la finalidad de generar el Reporte de marketing. Los ingenieros necesitaban saber más sobre el impacto de este requisito. Para ello, utilizaron el framework ATRE y la herramienta ATA.

3.3.1.1.2 Modelos

1. Resumen de contribuciones sobre modelos

Entre las contribuciones relacionadas a modelos usadas en la elicitación de requisitos se encuentran las siguientes:

- El Modelo de Laporti et al. (2009), para mejorar la elicitación de requisitos negociando los diferentes punto de vista de los usuarios aplicando un enfoque colaborativo.
- El modelo de Liao (2013), para mejorar la elicitación de Requisitos Aplicando el análisis de cadena de Valor (VCA).
- El modelo de Kamalrudin et al. (2010), para mejorar la elicitación de requisitos aplicando Casos de Usos Esenciales (UEC).
- El Modelo de Jain et al. (2003), para mejorar la Elicitación de requisitos en el Desarrollo del Software Basado en Componentes (CBSD) aplicando la Teoría del Procesamiento de la Información (IPT).

Y los modelos analizados por estos autores son: El Modelo de Beyer & Holtzblatt (1995), para la Identificación de requisitos. El modelo de McCluskey (1995), para la captura de requisitos aplicando un método formal.

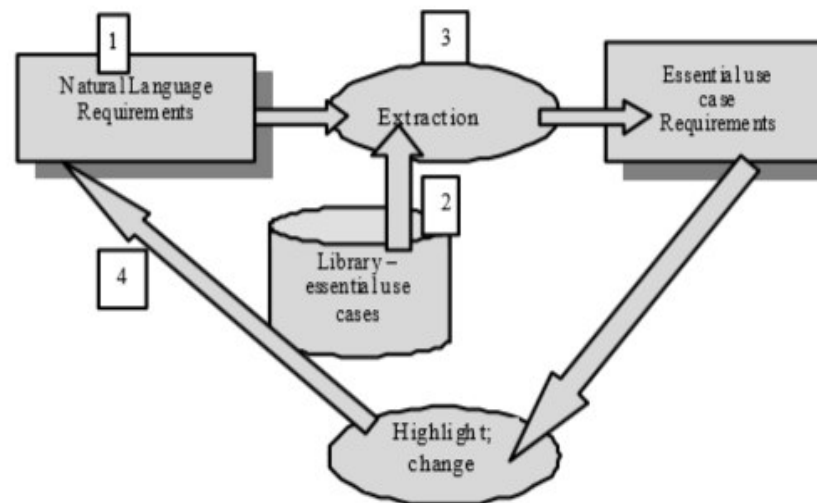
El modelo en espiral de Chatzoglou & Macaulay (1996), para la elicitación de requisito desde la perspectiva de la gestión de proyectos. El modelo Semántico de dominio general de ingeniería de requisitos y su composición con la teoría del conocimiento del dominio de Sutcliffe & Maiden (1998). El Modelo de Constantine & Lockwood (1999), sobre la aplicación de Caso de Uso Esenciales. El modelo de Zhi (2000), donde usa las teorías de la ontología empresariales y ontologías del dominio de la empresa en el proceso de captura de requisitos. El modelo de Boehm et al. (2001), para Desarrollo de software colaborativo para la negociación de requisitos. El modelo de Biddle et al. (2002), sobre Casos de Uso Esenciales El modelo de Breitman et al. (2005), para el apoyo en la evolución escenarios en la Ingeniería de Requisitos. El modelo de Chen et al. (2005), para obtención requisito basado en TSP (Team Software Process) y el modelo de Shang & Wang (2006), para atender las necesidades personales de los usuarios basado en la Librería semántica de procesos desde la perspectiva de los procesos de negocio.

II. Modelo para la elicitación de requisitos

Kamalrudin et al. (2010), proponen un modelo para mejorar la elicitación de requisitos de software, haciendo ajustes al modelo *Essential Use Case* (EUC) (Constantine, 1995), lo cual permite mejorar la experiencia en la extracción de los requisitos esenciales cuando estos son en lenguaje natural. Además, Kamalrudin et al. (2010), sostienen que varios estudios han determinado que la elicitación de requisitos y la extracción de sus casos de uso puede ser difícil y dar lugar a un análisis bastante imprecisa. Debido a estas deficiencias, Constantine (1995), fueron motivados para desarrollar un nuevo modelo, *Essential Use Case* (EUC), donde este enfoque de modelado es creado para superar algunos de estos problemas.

En base al modelo EUC, los autores (Kamalrudin M. et al), agregan a este modelo, la Librería de EUC. El modelo propuesto se muestra en la Figura 15, que consta de los siguientes elementos: (1) Expresan los Requisitos en lenguaje natural, (2) Alimentación de la librería a través de un proceso de extracción, (3) Utilización la librería de frases y expresiones esenciales a través de la extracción, (3), Producción de una secuencia de interacciones de casos de usos esenciales y (4) El ingeniero puede seleccionar los elementos de interacciones de requisitos en lenguaje natural del EUC y ver los elementos correspondientes.

Figura 15. Modelo propuesto por Kamalrudin



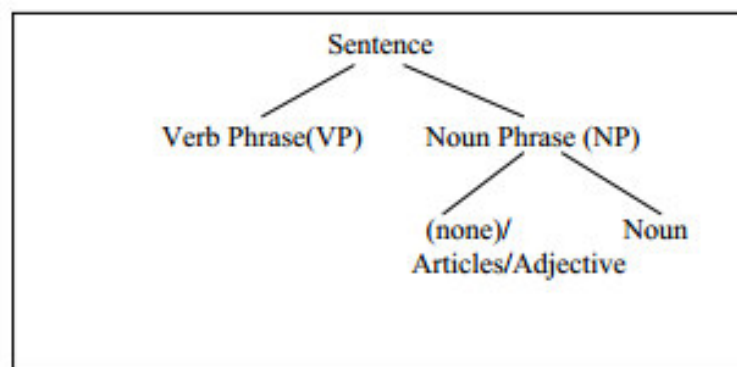
Fuente. Kamalrudin et al. (2010)

Para probar el modelo propuestos, los autores han desarrollado un prototipo EUC para reducir el tiempo necesario en la identificación de interacciones abstractas. Esta herramienta permitió la extracción de la interacción esencial basado en el modelo descrito en la Figura 15. Donde participaron 11 ingenieros de requisitos para validar 300 frases de varios dominios.

El proceso de extracción que definieron fue el siguiente:

- Definen una Librería de patrón de interacción para el almacenamiento de todas las interacciones esenciales y las interacciones abstractas. Recogieron y clasificaron las frases de una amplia variedad de documentos de requisitos en lenguaje naturales y se almacenaron como interacciones esenciales. Escogieron 300 frases de varios dominios.
- Con base en las 300 frases, han llegado con cerca de 80 modelos de interacción abstracto. En promedio, hubieron entre 3 a 4 frases o interacciones esenciales asociados con cada interacción abstracta.
- Para almacenar las interacciones esenciales en la Librería de interacción, las frases seleccionadas ("estructuras textuales clave") se extrajeron del texto en lenguaje natural en función a su estructura de la oración que se muestra en la Figura 16.

Figura 16. Estructura de árbol para la frase textual clave



Fuente. Kamalrudin et al. (2010)

- La estructura de árbol en la Figura 6 muestra que la biblioteca cuenta con tres estructuras de frases diferentes en función de la ubicación de la frase verbal (VP) y la frase nominal (NP). La frase nominal puede contener elementos de estructura tales como los artículos (ART) y adjetivos (ADJ) o sólo los sustantivos (sustantivo). Donde las tres estructuras de oraciones son diferentes:

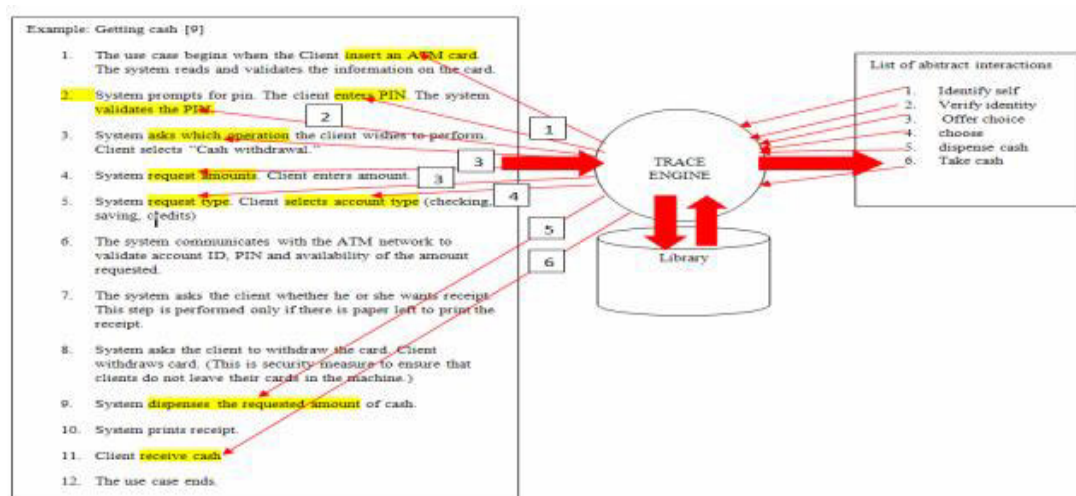
1) Verb (V) + Noun (N) (Ejemplo: solicitar (V) cantidad (N))

- 2) Verb (V) + Articles (ART)+ Noun (N) (Ejemplo: Emitir (V), a (ART), recibo (N))
- 3) Verb (V) + Adjective (ADJ)+ Noun (N) (Ejemplo: pedir (V), cual (ADJ), operacion (N))

Por otro lado, Kamalrudin et al. (2010), sostienen que los ingenieros de requisitos puedan utilizar esta herramienta para hacer una extracción de la interacción esencial a partir de un lenguaje natural de los requisitos, tal como se muestra en la Figura 17. En este ejemplo se encuentra una lista de requisitos en un lenguaje natural, luego el motor de rastreo asocia los requisitos con los requisitos esenciales que se encuentra en la lista de la parte derecha (Interacciones abstractas). Los ingenieros de requisitos pueden añadir nuevas frases de interacción esenciales para su Librería y desarrollar diferentes Librerías esenciales para la interacción de diferentes dominios del problema.

Los autores, también proponen usar esta herramienta usando procesadores de textos (MS Word, PDF, Power point, etc.) donde se encuentran los requisitos en lenguaje natural para luego, obtener los interacciones esenciales.

Figura 17. Ejemplo de extracción de la interacción esencial para EUC



Fuente. Kamalrudin et al. (2010)

3.3.1.1.3 Métodos

I. Resumen de contribuciones sobre métodos

Entre las propuestas relacionadas a métodos usadas en la elicitación de requisitos se encuentran:

- El método de Azadegan et al. (2013), para mejorar la elicitación de requisitos aplicando un enfoque colaborativo.
- El método de Dragicevic & Celar (2013), para la elicitación, documentación y validación de requisitos de los usuarios (MEDoV).
- El método de Shibaoka et al. (2007), para mejorar la elicitación de requisitos aplicando Ontologías y conducido por Objetivos.

Y los Método analizados por estos autores son: El método de Shu et al., (2007), para la elicitación de requisitos conducido por usuarios, para mejorar la participación de los usuarios usando la reutilización del conocimiento de dominio. El método AGORA propuesto por Kaiya et al., (2002), para el análisis de Requisitos orientado por Objetivos. La integración de métodos de modelos de negocios propuesto por Shen et al. (2004), para el análisis de Sistemas de Información y Reuniones de Requisitos de Usuarios. Y el diseño de un Multi Método propuesto por Kolfshoten & De Vreede (2009), para la ingeniería colaborativa.

II. Método para la elicitación, documentación y validación de requisitos

Dragicevic & Celar (2013), proponen un método llamado MEDoV, para la elicitación, documentación y validación de requisitos de software, basados en el método Cadena de Proceso de Eventos (Event Process Chain) y el lenguaje UML. Por lo tanto, los autores tuvieron dos objetivos en su investigación: (1) Permitir a las partes interesadas resolver los problemas de requisitos incompletos, erróneos y contradictorios en la fase más temprana

posible del proyecto y (2) Utilizar este método para la estimación del tamaño del software en una etapa temprana del proyecto.

Anteriormente Dragicevic & Celar (2013), desarrollaron el método MEDoV (Dragicevic et al., 2011) y en el presente estudio perfeccionaron este método para garantizar la integridad, exactitud y coherencia de los requisitos y así, proporcionar fáciles solicitudes de mantenimiento y cambio. Además, los autores sostienen que, este método es adecuado para las metodologías de desarrollo ágil, puesto que es independiente del ciclo de vida y el número de iteraciones.

- ***Método MEDoV:***

La calidad de las actividades de la elicitación de requisitos tiene un gran impacto en el desarrollo de software (Abran et al., 2004). La ambigüedad es un problema importante en la especificación de los requisitos, pero no el único. Los interesados tienen que lidiar con diferentes tipos de decisiones (Felfernig et al., 2010), por ejemplo: decisiones de calidad (¿Es el requisito no redundante, concreto y comprensible?), decisiones de preferencias (¿Qué requisitos se deben considerar para la próxima versión?), decisiones de clasificación (¿Qué tema, componente o equipo no pertenece a este requisito?) y decisiones de propiedad, (¿La estimación de esfuerzo de este requisito es realista?). Sin embargo, El aumento del tamaño y la complejidad de los proyectos de software toman estas decisiones aún más difícil. El uso de modelos de negocio puede facilitar estas decisiones por gerentes de la empresa, pero las anotaciones de BPM más populares aún carecen de las construcciones para ser utilizado fácilmente en la elicitación ingeniería de requisitos (Monsalve et al., 2011).

El Medov está diseñado para ayudar a los interesados a tomar las decisiones correctas y para documentar estas decisiones de la manera correcta. El método desarrollado utiliza las recomendaciones de las normas

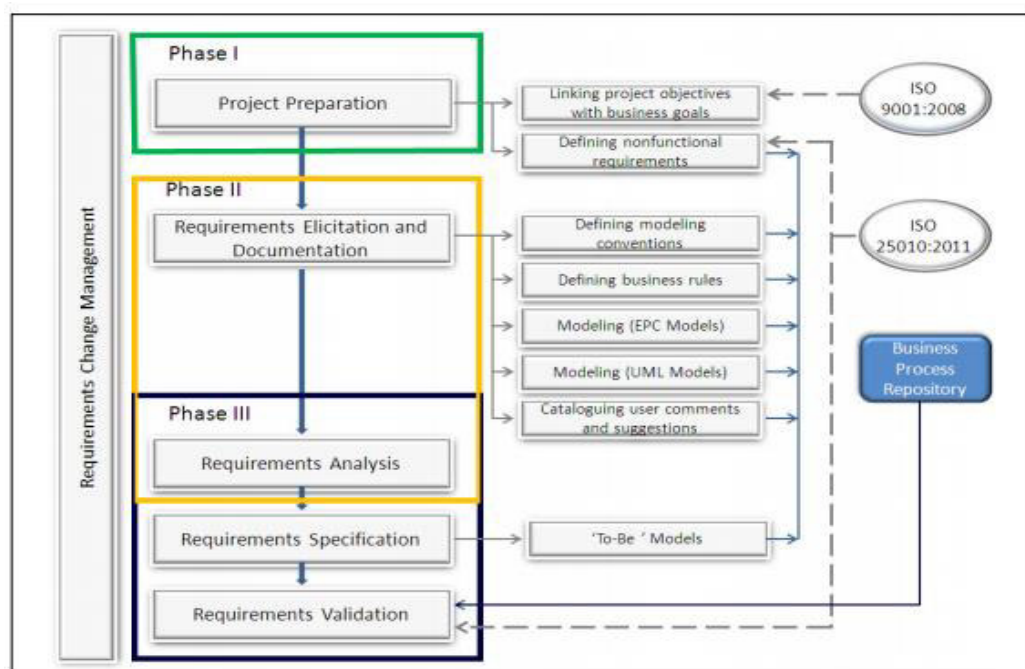
ISO 9001:2008 e ISO 25010:2011 para mejorar la calidad del software. El método MEDoV consta de tres fases (Figura. 18).

Fase I:

El éxito del proyecto se relaciona con el cumplimiento de las metas del negocio. Es necesario es identificar los objetivos del proyecto y vincularlos con los procesos de negocio específicos (funciones), e indicar los factores de riesgo conocidos.

Al final del proyecto, se debe demostrar claramente si el objetivo se ha cumplido. Los objetivos deben ser medibles, por lo tanto, uno o más indicadores clave de rendimiento (KPI) se deben definir para cada objetivo del proyecto y el factor crítico. De esta manera, el equipo de desarrollo recibe información acerca de las prioridades.

Figura 18. Método para la elicitación, documentación y validación de requisitos de usuarios



Fuente. Dragicevic & Celar (2013)

Fase II:

La razón principal de seleccionar el método EPC (Event Process Chain) es por la aceptación de los usuarios de negocios, debido a la facilidad de uso y facilidad de modelado. Por otro lado, diagramas UML son ampliamente aceptados por los equipos de desarrollo.

El MEDoV proporciona el uso de modelos de negocio y enfoque de procesos, y los participantes en elicitación de requisitos son elegidos para el papel en el proceso. Los propietarios de procesos son responsables de la exactitud e integridad de la elicitación de los datos de negocio.

El MEDoV recomienda el enfoque de Top-down, comenzando con procesos de alto nivel y el perfeccionamiento de los procesos de nivel medio. Los modelos deben ser independientes de la arquitectura del sistema seleccionado y la plataforma de implementación.

Toda la información acerca de los procesos de negocios son almacenados en el repositorio de procesos de negocio. El repositorio es la base para el monitoreo, evaluación, análisis y mejora de procesos de negocio, sino también por su automatización. El Repositorios pueden ir desde los recipientes pasivos de herramientas sofisticadas que permiten el seguimiento, ejecución y gestión de procesos de negocio.

Las actividades de esta fase son las siguientes:

- **Convenciones.** El uso de modelos para la documentación de los procesos de negocio ofrece una serie de ventajas: la uniformidad, menor complejidad, la reutilización, la facilidad de la evaluación y la integridad. Es necesario definir las convenciones del proyecto con el fin de tomar ventaja de estos beneficios. Estas convenciones incluyen estándares de modelado, convenciones gráficas, roles, privilegios, estándares de

nombres y procedimientos para la gestión de la configuración del repositorio.

- **Modelado de procesos de negocios.** Con el fin de incluir toda la información relevante en los modelos de negocio, tres aspectos deben considerarse (Blickle & Hess, 2010): (1) Las relaciones de organización (¿Quién trabaja con quién, cómo, y en qué orden?), (2) Documentación y datos relacionados (¿Cuáles son los documentos y los datos que se utilizan en el proceso? y (3) Soporte de TI (¿Que utilizan los sistemas y servicios de TI?).

Las secuencias de flujo de trabajo se modelan mediante el método EPC: funciones y eventos suplente, posiblemente separados por conectores.

Para el fin de modelar la relación entre los procesos y el entorno empresarial, el método MEDoV utiliza extendida cadena de proceso orientado a eventos o notación eEPC. Esa es la notación EPC extendido por símbolos que corresponden a diferentes aspectos del modelado de negocios (Scheer et al., 2005).

El Diagramas de modelo de datos muestran la estructura de las entradas y salidas, pero el método MEDoV recomienda que los usuarios de negocios sólo recogen datos y documentos necesarios (plantillas, imágenes escaneadas de documentos, pantallas, entre otras.) y los desarrolladores modelan estos datos en el diagrama de clases UML.

- **Reglas de negocio.** En muchos casos, los cambios en las aplicaciones sólo afectan a las decisiones mientras que, la estructura de los procesos de negocio se mantiene estable. Existen algunos enfoques para extraer reglas de negocio a partir de modelos de negocio (Pham et al. 2011, Polpinij et al. 2010), pero, eso es adecuado para el análisis y optimización de procesos de negocio, y no, para definir los requisitos de usuario.

- **Modelos computacionales.** Tanto, EPC y los diagramas UML, son muy útiles y fáciles de entender, pero, a diferentes categorías de participantes y en diferentes niveles de modelado (Islam et al. 2011). Los actores empresariales difícilmente pueden entender los requerimientos y la lógica de proceso en la terminología técnica, así el método MEDoV recomienda el uso del lenguaje EPC de modelado para el modelado de procesos de negocio. El método MEDoV sugiere el uso de tres tipos de diagramas UML: (1) Diagrama de Casos de usos, (2) Diagramas de Clases y (3) Diagrama de actividad.
- **Sugerencias y comentarios de los usuarios.** Las sugerencias y comentarios de usuarios pueden ayudar a detectar los puntos débiles del proceso y recoger algunas buenas ideas para la optimización de procesos y la mejora. Además, la apreciación aumenta la satisfacción del usuario. Las sugerencias y comentarios tienen que ser catalogados según el procedimiento y función.

Fase III:

La fase 3 del método MEDoV está compuesto por tres actividades:

- **Análisis.** El análisis de los requisitos de los usuarios es un proceso iterativo y requiere de una retroalimentación constante a las actividades de elicitación de requisitos. El primer análisis de los requisitos se debe hacer durante la fase II. Los requisitos son priorizados de acuerdo con los objetivos empresariales y del proyecto. Durante el análisis, los riesgos deben ser identificados.
- **Especificación.** El método MEDoV une la actividad de desarrollo de especificaciones de requisitos con la actividad de modelado de sistemas. Especificación de requerimientos tiene que ser comprensible para los interesados del negocio y tiene que permitir el cambio de las necesidades de una manera sencilla.

- **Validación.** El propósito del nuevo desarrollo del sistema es satisfacer las necesidades específicas de los usuarios. Las comprobaciones de validación de *requisitos* son para saber si las especificaciones de los requisitos corresponden con las necesidades y los deseos del usuario. La validación incluye la actividad de comprobación de veracidad, integridad, consistencia, lista de chequeo y verificabilidad de los requisitos. Además, es necesario analizar y resolver los requerimientos conflictivos, para apoyar la negociación de las partes interesadas, y para, razonar con modelos que contienen inconsistencias.

Los autores de este trabajo (Dragicevic & Celar, 2013), aplican su método MEDoV a un caso de estudio: Sistema de software integrado para el Aeropuerto de Split. Donde, este sistema apoya a los procesos de negocio claves del aeropuerto en el manejo de aviones de pasajeros. Y el fabricante estima su tamaño a cerca de 50.000 puntos de función. Además, el Software del aeropuerto ha sido constantemente actualizado y mejorado.

Los autores aplicaron el método MEDoV y lo validaron en cuatro proyectos del aeropuerto. Aplicaron este método a tres proyectos (A, B y C), pero no lo aplicaron al proyecto D. Y en sus resultados obtuvieron que, en los proyectos que se aplicó el método MEDoV (A, B y C), los proyectos se completaron a tiempo, dentro del presupuesto y con menos errores. Mientras que en el proyecto D los resultados no fueron buenos (Tabla 10).

Tabla 10. Evaluación de éxitos de proyectos

Project	On Time	On Budget	FP (Number)	Errors (Number)
A	Yes	Yes	89	2
B	Yes	Yes	44	0
C	Yes	Yes	221	3
D	No	No	134	14

Fuente. Dragicevic & Celar (2013)

3.3.1.1.4 Técnicas

I. Resumen de contribuciones sobre técnicas

Entre las propuestas relacionadas a técnicas usadas en la elicitación de requisitos se encuentran:

- La técnica de Vlas & Robinson (2011), para la Elicitación y clasificación automatizado de requisitos en Lenguaje natural para proyectos de Open Source basado en Reglas y Ontologías.
- La técnica de Acuña et al. (2012), para mejorar la Elicitación de requisitos aplicando Interacción Hombre-Computador (HCI).
- La técnica de Yin & Jin (2012), para ayudar a Capturar los requisitos no funcionales aplicando el Enfoque Marco de Problema (PF) sistemáticamente.

Y la técnica de Oliveira et al. (2013), para ayuda a la identificación de requisitos Funcionales y no funcionales basado de los Modelos de Procesos de Negocios.

Y las Técnicas analizadas por estos autores son: La técnica Personas, propuesta por Cooper et al. (2007), para identificar las variables del comportamiento de las personas, tales como: actividades, actitudes, aptitudes, motivaciones y habilidades. La evaluación que realizan Vieira et al., (2012) a la técnica de elicitación de requisitos REMO. La técnica semi automatizada propuesta por Cleland (2006), para la detección y clasificación de requisitos no funcionales.

II. Técnica para la elicitación de requisitos

Los autores Acuña et al. (2012), proponen modificar la técnica Personas (Cooper, 2003), para luego incorporarla en la etapa de elicitación de

requisitos para el desarrollo en la ingeniería de software. La técnica *Personas* es construida usando las directrices de HCI (Interacción hombre-computadora) (Baecker et al., 1996).

HCI (Human–Computer Interaction) es “una disciplina interesada en el diseño, evaluación e implementación de sistemas de informática interactivos para el uso humano...” (Baecker et al., 1996). Esto conlleva estudiar y familiarizarse con gente como miembros de grupos u organizaciones, las condiciones bajo las cuales los sujetos son más propensos a querer usar dispositivos, así como las características involucradas en esta interacción. Y que el proceso de HCI y las técnicas aseguran que los entregables de software resultante esté de acuerdo con los mínimos estándares de usabilidad (Acuña et al., 2012).

Las técnicas puras HCI usualmente tienen dos defectos que restringen su uso dentro del proceso de ingeniería de software (Seffah & Metzker, 2004), aunque hay propuestas muy sólidas para la integración de propuestas de ingeniería de usabilidad con el proceso ingeniería de software (Mayhew, 1999). Por otro lado, no tienen un procedimiento bien definido y completo para guiar al ingeniero de software a través de la propia aplicación de la técnica. Por otra parte, no prescriben emisión de entregables aplicando las técnicas (Acuña et al., 2012).

La técnica *Personas* (Cooper et al., 2007), recoge, analiza y sintetiza información relacionada a los usuarios que van a interactuar con el sistema de software. Esto ayuda a enfocar el análisis y diseño de software en las metas y características del usuario. Sin embargo, esto comparte los déficits, arriba mencionados, de las técnicas HCI, es decir, no tiene definición detallada de actividades y entregables. Estos problemas hacen que la introducción de *Personas* en la etapa de requerimientos SE sea demasiado compleja y poco clara para los desarrolladores técnicas (Acuña et al., 2012).

De acuerdo con HCI, debería haber un entendimiento no solo de las necesidades y metas de los usuarios, sino también de sus características y capacidades para diseñar e implementar sistemas utilizables (Pruitt & Adlin, 2006). El entendimiento de la gente que interactúa con el sistema debe constituir el trabajo preliminar para el desarrollo de software. La actividad de requisitos en la ingeniería de software podría ser mejorada incorporando tareas de la técnica *Persona* para entender las necesidades del usuario (Acuña et al., 2012).

La técnica “Personas”: fortalezas y debilidades

Personas es una técnica poderosa de análisis y multipropósito que puede ayudar a los ingenieros de software a identificar las funcionalidades del sistema de software. Las metas y tareas de *Personas* son esenciales para este propósito (Cooper et al., 2007). *Personas* ayuda al desarrollador a que ellos no proyecten sus propias metas, motivaciones, habilidades y modelos mentales en el desarrollo de sistema de software. Y a priorizar funcionalidades, asegurando que ellos no preparen funcionalidades que el usuario pueda jamás utilizar.

Y respecto con las debilidades de la técnica *Personas*, Acuña et al. (2012), analizan cada paso de la técnica.

- El primer paso de la técnica recomendada por Cooper (2003), es identificar las variables de comportamiento; es decir, él asume que la investigación de usuario ciertamente ha sido completada y que la información recolectada ha sido organizada. Pero la técnica no menciona específicamente esta tarea. La encuesta de usuarios necesaria para la elicitación de variables de comportamiento es una actividad implícita en lugar de ser fija como el primer paso de la técnica.

- Al aplicar el paso 2 de Cooper (Asociar entrevistados con variables de comportamiento), Acuña et al. (2012), encuentran que no se indica cómo dar salida a los rangos de las variables de comportamiento, necesarias para la asociación con los sujetos, y, no hay especificaciones en el paso 2 para generar el entregable como salida del paso, y sobre cómo debería estar estructurada la información.
- En el paso 3 (identificar patrones comportamiento importantes), Acuña et al. (2012), encuentran que no hay especificaciones explícitas de cómo estos patrones son asignados. Cooper (2003) expone que los sujetos deberían estar agrupados en la asociación previamente dada como salida. Como en pasos previos, no hay especificaciones del entregable resultante o de cómo debería ser su contenido o estructura (Acuña et al., 2012).
- Acuña et al. (2012), identifican once limitaciones que un ingeniero de software encuentra cuando intenta aplicar Personas (Figura 19). Por ejemplo: En la actividad “Designar tipo de personas”, no hay ninguna especificación formal del contenido del producto y ninguna especificación de la estructura.

Figura 19. Limitaciones de la técnica “Personas”

Activities according to [7]	Limitations with respect to...	
	How to perform the activity	Product to be output by the activity
Identify Behavioural Variables	Assumed to have already been completed and that the data gathered have been roughly organized	No specification of how to record the hypotheses in a proper document
Map Interview Subjects to Behavioural Variables	No indication of how to output the ranges of the key behavioural variables for mapping	No formal specification of the content and structure of the product output by this activity
Identify Significant Behavioural Patterns	No explicit instructions on how to output these patterns	No specification of any product output by this step
Synthesize Characteristics and Relevant Goals	No specification of how to synthesize characteristics	
Check for Completeness and Redundancy	No explicit specification of the procedure to be enacted to carry out this activity	No mention of the content and structure of the product output by this activity
Expand the Description of Attributes and Behaviours		Unclear structure of the product content specification
Designate Persona Types		No formal specification of the content of the product and no specification of the structure at all

Fuente. Acuña et al. (2012)

Adaptar “Personas” en la ingeniería de software

Por cada una de las limitaciones encontradas en la Figura 20, los autores Acuña et al. (2012), idearon una mejora a ser incorporada en Personas. La técnica Personas mejorada evita las debilidades encontradas por un desarrollador de software promedio que no está familiarizado con técnicas HCI que se aplicó en la técnica *Personas* original.

Esta adaptación de la técnica *Personas* es útil para organizaciones que tienen un proceso definido y formalizado que usa prácticas no ágiles, como *Personas* involucra prácticas de peso pesado como entrevista con usuarios, sintetizar entrevistas y asociaciones de entrevistados (Acuña et al., 2012).

Los autores Acuña et al. (2012), optaron por incorporar estas mejoras en la versión más actual de la técnica Personas publicada por Cooper et al. (Cooper et al., 2007).

La propuesta de los autores Acuña et al. (2012), está compuesta de un grupo de actividades que juntas dirigen la creación de Personas. La Figura 20 presenta estas actividades con sus objetivos, técnicas y entregables asociados. Las nuevas actividades o entregables, están escritas en cursiva para identificar y definir las actividades actuales y sus entregables utilizando todas las versiones existentes de *Personas* como fuentes.

Figura 20. Conjunto de actividades propuestas para mejorar “Personas”

Activities	References discussing similar activities	Objectives	Products
ACTIVITY 1: STATE HYPOTHESES	Activity 1.1: Identify Possible Personas	State preliminary hypotheses about the possible personas to be created	<ul style="list-style-type: none"> List of hypotheses for Personas
ACTIVITY 2: IDENTIFY BEHAVIOURAL VARIABLES	Activity 1.2: Hold Ethnographic Interviews Activity 2.1: Synthesize Interview Responses	Based on these hypotheses, investigate possible system users to find out their motivations and behaviours, gathering behavioural data Synthesize the responses to all the interviews	<ul style="list-style-type: none"> Transcribed interviews List of behavioural variables
ACTIVITY 3: MAP INTERVIEW SUBJECTS TO BEHAVIOURAL VARIABLES	Activity 2.2: List Behavioural Variables Activity 3.1: Identify the Ranges of Behavioural Variable Values Activity 3.2: Map Interview Subjects to Behavioural Variables	[7] List all behavioural variables. Check identified hypotheses for validity. For each behavioural variable identify its range of possible values	<ul style="list-style-type: none"> Interview synthesis Ranges of Behavioural Variables
ACTIVITY 4: IDENTIFY SIGNIFICANT BEHAVIOUR PATTERNS		[7] Represent exactly how the multiple subjects are grouped with respect to each of the significant behavioural variables	<ul style="list-style-type: none"> Mapping of Interview Subjects
ACTIVITY 5: SYNTHESIZE CHARACTERISTICS AND RELEVANT GOALS		[7,8] Identify particular groups of interview subjects occurring in more than one range or variable	<ul style="list-style-type: none"> Percentage grouping table
ACTIVITY 6: CHECK FOR REDUNDANCY AND COMPLETENESS		[7,8,14] Synthesize characteristics and relevant goals. Describe the personas' personalities	<ul style="list-style-type: none"> Significant behaviour patterns Personas Foundation Document
ACTIVITY 7: EXPAND THE DESCRIPTION OF ATTRIBUTES AND BEHAVIOURS		[7] Check persona mappings, characteristics and goals	<ul style="list-style-type: none"> Validation Document
ACTIVITY 8: DESIGNATE PERSONA TYPES	Activity 8.1: Select Represent alive Personas to Elicit Requirements Activity 8.2: Enrich the System with Secondary Personal	[7,8] Convey the attitudes, personality, needs and problems of the personas to other team members	<ul style="list-style-type: none"> Narrative
ACTIVITY 9: BUILD USE CASES		[7] Prioritize the created personas to determine which should be the primary design objective; that is. Find just one primary persona whose needs and objectives can be completely and positively satisfied by a single interface Determine what secondary persona needs are likely to enrich the system	<ul style="list-style-type: none"> Persona Type Association
ACTIVITY 10: IMPLEMENT AND EVALUATE PROTOTYPES	Activity 10.1: Implement Mock-Ups Activity 10.2: Evaluate Mock-Ups	Build annotated use case diagram y draft use case specification Build mock-ups Validate mock-ups	<ul style="list-style-type: none"> (Software Requirements Specification is enriched) Annotated Use Case Diagram Use Case Specification Mock-ups Mock-up Evaluation Document

Fuente. Acuña et al. (2012)

3.3.1.1.5 Enfoques

1. Resumen de contribuciones sobre enfoques

Entre las propuestas relacionadas a Enfoques usadas en la elicitación de requisitos se encuentran:

- El enfoque de Mulla & Girase (2012), para mejorar la Elicitación de Requisitos prediciendo Requisitos con necesidades de usuarios similares utilizando algoritmo (kNN) y Filtrado Colaborativo.
- El enfoque de Zhang et al. (2012), para mejorar la elicitación de requisitos cuando hay múltiples usuarios con conflictos.

- El enfoque de Durdik (2011), para mejorar la fase de elicitación de requisitos usando un enfoque conducido por objetivos y centrado en una Arquitectura.

Y los enfoques analizados por estos autores son: El enfoque propuesto por Finkelstein et al. (2009), basado en la búsqueda de la equidad en la negociación de requisitos de los usuarios. El enfoque propuesto por Baker et al. (2006), para la selección y priorización de componentes para el siguiente problema de liberación. La propuesta de Boehm et al. (1995), basada en el enfoque Espiral para la Negociación y Renegociación.

II. Enfoque para la elicitación de requisitos

Durdik (2011), propone un proceso con la finalidad de apoyar en el desarrollo de sistemas, con la ayuda de un enfoque centrado en la Arquitectura (architecture-centric) para la elicitación de requisitos y, conducido por objetivos (goal-driven). Y para desarrollar este enfoque el autor toma como base un trabajo anterior: “Towards a process for architectural modelling in agile methods” (Durdik2, 2011).

El autor sostiene que, debido a la alta complejidad, el tiempo estricto y las limitaciones de recursos, la especificación completa de requisitos antes de proceder al diseño arquitectónico es probablemente imposible en la práctica. Esto no es común solo para los requisitos no funcionales, sino que también, para los requisitos funcionales. Por otra parte, no está claro cuántos requisitos y el nivel de detalle de la elicitación, que se necesita para el diseño arquitectónico. Un arquitecto por lo general comienza el proceso de diseño de software con tal especificación de requisitos incompletos (Durdik, 2011).

Los requisitos disponibles se transforman en elementos para la construcción de la arquitectura, estos requisitos disponibles pueden ser mal interpretados

o ser inconsistentes. Esto ocasiona mayor costo en el desarrollo del sistema. El éxito del proceso de diseño depende en gran medida de la experiencia del arquitecto, la calidad de los requisitos iniciales y la complejidad del sistema a desarrollar (Durdik, 2011).

Sin embargo, no sólo los requisitos impulsan el diseño arquitectónico, sino también el diseño arquitectónico puede conducir a la elicitación de requisitos. Dado un catálogo de soluciones arquitectónicas (estilos arquitectónicos, modelos, componentes, servicios, soluciones específicas de dominio, etc.), las soluciones podrían ser anotados con grupos de preguntas únicas para cada solución. Las *preguntas* servirían para la identificación de una solución que satisface un subconjunto de requisitos seleccionados, y para la validación de la idoneidad de la solución y aplicabilidad en el diseño arquitectónico (Durdik, 2011).

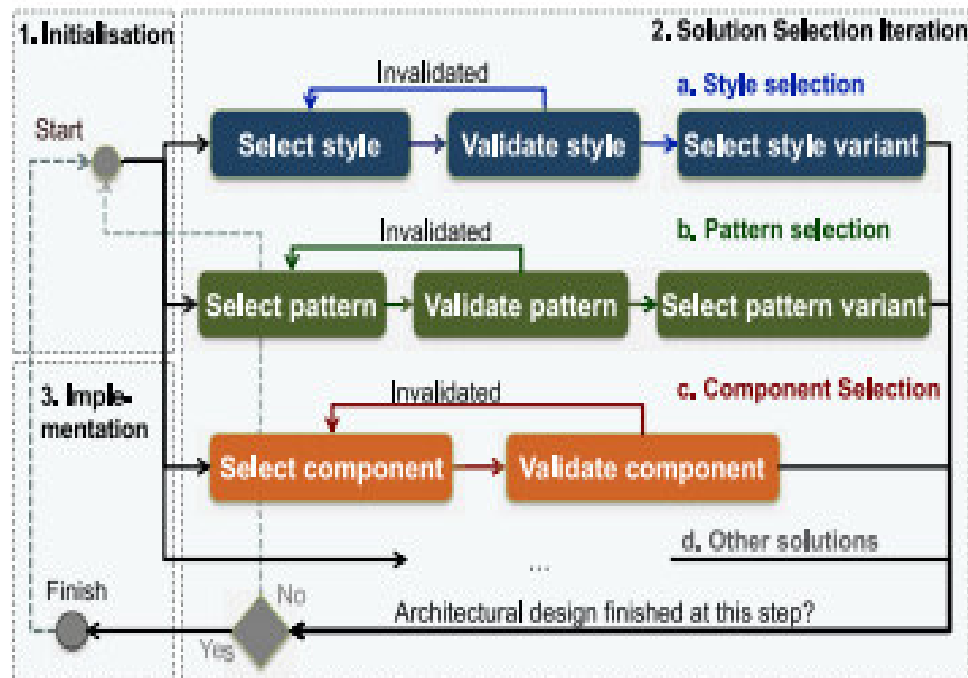
Es por ello, Durdik (2011) sostiene que, el conjunto de *preguntas* se tratarían como *hipótesis*. Donde responder a las *hipótesis* contribuiría a la aplicación de los requisitos disponibles y para la elicitación de nuevos requisitos (ver Figura 16).

Donde utilizar este enfoque tendrían las siguientes ventajas: reconocimiento más rápido de nuevos requisitos relevantes, nivel adecuado de granularidad, detección temprana de contradicciones entre los requisitos y menos tiempo invertido en la elicitación innecesaria de requisitos.

Por lo tanto, el objetivo de su propuesta es mejorar la fase de elicitación de requisitos, mediante el establecimiento de una conexión más fuerte entre las decisiones y los requisitos de arquitectura, y para apoyar el desarrollo de sistemas con un enfoque en múltiples dimensiones de la calidad, como la sostenibilidad, el rendimiento, la fiabilidad, la seguridad, la escalabilidad, la reducción de costos y riesgos.

El enfoque propuesto consiste en iteraciones de tres fases: (1) *Inicialización*, (2) *Selección de la solución* e (3) *Implementación*, que se muestran en la Figura 21.

Figura 21. Colaboración entre fases

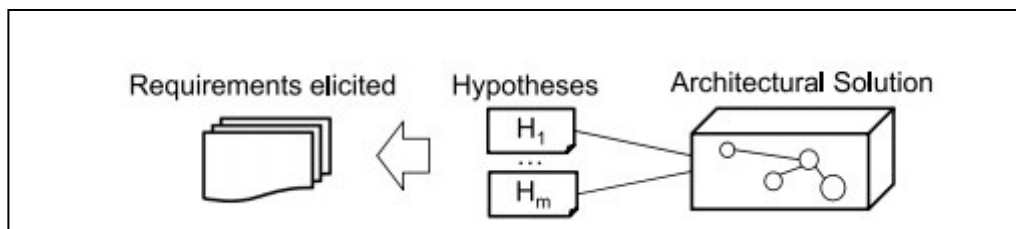


Fuente. Durdik (2011)

- 1) ***Inicialización***. El proceso no tiene en cuenta inicialmente la elicitación de requisitos, los requisitos obtenidos inicialmente serán registrados y priorizados conforme a la plantilla de descripción de requisitos especiales y el meta-model para gestionarlos en el PCM requirements view. En iteraciones posteriores del proceso durante la fase de inicialización, el arquitecto continúa con el perfeccionamiento de los próximos requisitos más importantes que aún no están implementadas y que se describen con la ayuda de la plantilla.
- 2) ***Selección de la solución***. Para apoyar el refinamiento de requisitos en la arquitectura, el autor propone un sistema experto basado en reglas que contiene un repositorio de soluciones arquitectónicas (estilos,

patrones de arquitectura relevante, componentes existentes, servicios, soluciones específicas de dominio, etc.) .Cada una de las soluciones se almacena en el repositorio de soluciones junto con la descripción detallada de su objetivo, el contexto, los detalles de instancias e hipótesis. Por otra parte, responder a las preguntas contenidas en las hipótesis puede ayudar a elicitar nuevos requisitos que de otro modo no eran evidentes, como se muestra en la Figura 22. Este requisito ejemplo no es funcional, pero el enfoque también es compatible con la elicitación de requisitos funcionales.

Figura 22. Elicitación de requisitos desde hipótesis



Fuente. Durdik (2011)

- 3) **Implementación y próximas iteraciones.** Un diseño draft (parcial o total), se creó dentro de la arquitectura de diseño de iteraciones, se presentó y explicó, el equipo de implementación puede iniciar la aplicación de las tareas identificadas con la prioridad más alta (Cruz). El arquitecto continúa con las iteraciones de diseño arquitectónico de refinamiento.

En resumen, las conclusiones de la propuesta son las siguientes:

- El autor sostiene que el diseño arquitectónico puede ser un *Motor* para la elicitación de requisitos conducido por Objetivos.

- En primer lugar, un sistema experto que contiene varias soluciones que apoyará a los requisitos de transformaciones del arquitecto en la arquitectura.
- En segundo lugar, las soluciones arquitectónicas contribuyen a la elicitación de requisito conducido por objetivos a través de hipótesis únicas conectadas a cada solución en el repositorio.
- La validación o invalidación de esta hipótesis conduce al refinamiento o implementación de requisitos existentes, o a la elicitación de otros nuevos.
- Por lo tanto, no sólo los requisitos conducen a decisiones arquitectónicas, sino también las decisiones arquitectónicas conducen a nuevos requisitos que se puede ser crucial para la sostenibilidad del sistema.
- Un repositorio de solución es compatible con la reutilización del conocimiento arquitectónico, a través de la utilización de patrones, estilos, servicios, etc., contenidos en un repositorio de soluciones.
- No se requieren conocimientos de expertos de posibles soluciones arquitectónicas, por una persona que utiliza el sistema experto, dado que es compatible con el sistema experto, que también puede ser utilizado como un mismo repositorio de conocimiento. La fase de selección de soluciones desde el repositorio lleva a la creación y continúa el perfeccionamiento de los modelos arquitectónicos.
- Aunque no todas las decisiones de arquitectura se pueden derivar de soluciones arquitectónicas disponibles y no todos los requisitos son arquitectura relevante, la propuesta semi-automatizada y la integración de soluciones, pueden mejorar la sostenibilidad, centrándose en la calidad general del sistema, la velocidad de diseño, y, asegurar que las decisiones de diseño se validan antes de la implementación.
- El autor sostiene que, el costo de los beneficios de la eficiencia de los procesos de software son difíciles de demostrar empíricamente por la naturaleza.

- El presente trabajo no ha sido validado por el autor, pero, propone en futuros trabajos: (1) Realizar estudios, donde los participantes (estudiantes e investigadores colegas) tengan que ver sólo sus tareas específicas en documentos existentes, tales como la búsqueda de ambigüedades o falta de requisitos. Y (2) la comparación de este proceso con otro proceso sin retorno de la arquitectura en la elicitación de requisitos.

3.3.1.1.6 Herramientas

I. Resumen de contribuciones sobre herramientas

Entre las propuestas relacionadas a herramientas usadas en la elicitación de requisitos se encuentran:

- La herramienta de Soltanian et al. (2013), para apoyar la elicitación de requisito de interfaz de usuario aplicando Escenarios y Prototipos.
- La herramienta de Fernandes et al. (2012), para apoyar la Elicitción de Requisito aplicando un enfoque Colaborativo y conducido en Juegos (Game-Based).

Y las herramientas analizadas por estos autores son: la Herramienta STORM propuesta por Fritzinger (2006), para la organización del Modelamiento de Requisitos y la Herramienta SUIP propuesta por Elkoutbi et al. (2006), basada en escenarios que proponen un nuevo enfoque en la generación de prototipos de interfaz de usuario basada en escenarios.

II. Herramienta para la elicitación de requisitos

Los autores Soltanian et al. (2013), proponen la herramienta basado en la web *WebSTUTRE*, para la elicitación de requisitos de interfaces de usuarios aplicando Escenarios y Prototipos.

Los autores, sostienen que, el desarrollo de productos de software exitosos, depende de los requisitos bien definidos, mientras que los errores pueden ser causados por la interacción humano-computadora a través de la interfaz de usuario mal definida (Soltanian et al., 2013).

La interfaz de usuario de una aplicación es a menudo uno de los factores claves que determinan su éxito, y la captura de requisitos de la interfaz de usuario no pueden ser separados de fase de elicitación, porque una buena interfaz de usuario de los sistemas depende de las necesidades del usuario bien especificados (Soltanian et al., 2013).

El Lenguaje de Modelado Unificado (UML, 2009), son editores en gran medida esquemáticos (Rumbaugh et al., 2004). En la actualidad, hay muchas herramientas que usan UML para hacer diagramas y dar el seguimiento de los requisitos, pero, los modelos de comportamiento para obtener requisitos de la interfaz de usuario se pasan por alto por estas herramientas. Sin embargo, hay una necesidad de especificar los aspectos de comportamiento de UML para describir completamente un sistema de software con su interfaz de usuario (Soltanian et al., 2013).

Los desarrolladores consideran que la técnica Escenarios es útil para reconocer una funcionalidad más importante del sistema y el aspecto más importante es la interfaz de usuario. Aunque hay algunas herramientas para aplicar la técnica basada en el escenario (Sutcliffe, 1997; Sutcliffe, 2003) y creación de prototipos en el desarrollo de software (Mannio & Nikula, 2001), sin embargo en realidad no existe una metodología específica para integrar estas técnicas en la fase de elicitación de requisitos (Soltanian et al., 2013).

Soltanian et al. (2013), sostienen que, hasta ahora, muchos estudios en el área de la ingeniería de requisitos se han realizado sobre los métodos para la aplicación de la técnica basada en el escenario y la técnica de prototipo en el desarrollo de software (Elkoutbi et al., 2006). De hecho, no había ninguna herramienta específica para integrar estas técnicas con el fin de aplicarlos en

el desarrollo de software. Por lo tanto, hay una necesidad vital en el desarrollo de herramienta de soporte de software adecuado, que tiene por objeto ayudar en el uso de estas técnicas de una manera técnica. Por ello los autores proponen *WebSTUTRE*.

Además, Soltanian et al. (2013) pretenden que sea un ambiente inclusivo basado en la web para desarrolladores de software que proporcionan funcionalidad suficiente para extraer las principales necesidades y requisitos de la interfaz de usuario, casos de uso, escenarios y prototipos.

La herramienta que proponen permite mantener una matriz de trazabilidad de requisitos, generar diagramas de escenarios y secuencias, crear pantallas de escenario, generar prototipos y mapas de navegación, y generar la Especificación de Requisitos de Software (SRS), incluido los requisitos de la interfaz de usuario.

Herramienta WEBSTUIRE:

WEBSTUIRE es una herramienta basado en web para la elicitación de requisitos de interfaz de usuario (WEB-based Support Tool for User Interface Requirements Elicitation), propuesto por Soltanian et al. (2013), donde aplican *Escenarios y Prototipos*. Para ello, los autores usan casos de uso y diagramas de secuencia como enfoques basados en escenarios, que describen la funcionalidad y el comportamiento del sistema complejo. Además, utilizan los prototipos para facilitar la comprensión de cómo el software funcionaría y lo que contendrá en la interfaz de usuario

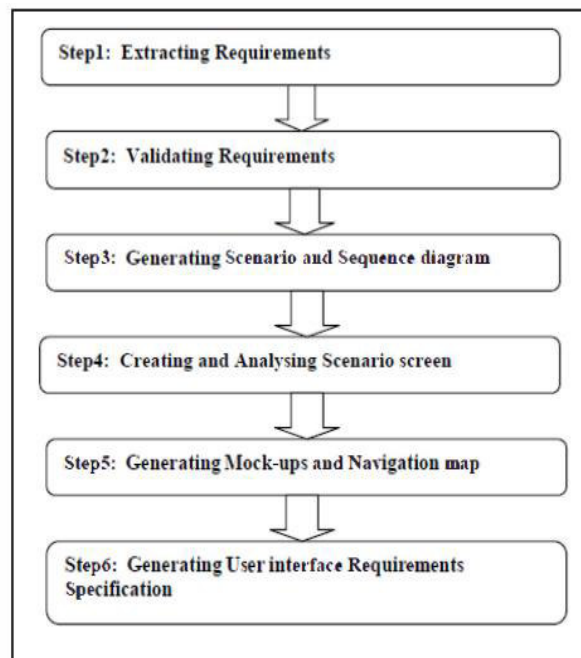
- ***Descripción general de la herramienta.*** La característica principal de WEBSTUIRE es ayudar a los desarrolladores en la elicitación y el análisis de los requisitos de la interfaz de usuario mediante el uso de una combinación de la técnica basada en escenarios y prototipos. WEBSTUIRE también facilita la comunicación entre los desarrolladores y

los usuarios finales en un entorno basado en Internet y ayudará a los desarrolladores a integrar los requisitos de la interfaz de usuario y mejorar la interfaz de usuario del sistema que está siendo desarrollado en base a la retroalimentación del usuario final.

Algunas de las funcionalidades básicas de WEBSTUIRE son las siguientes:

- Facilitar el proceso de la elicitación de los requisitos del usuario y los requisitos de la interfaz de usuario.
 - Proponer algunos de los principales requisitos de la interfaz de usuario basados en el análisis del modelo de comportamiento (diagrama de secuencia y prototipos).
 - Proporcionar una manera fácil de crear SRS que incluye requisitos de la interfaz de usuario con base en la retroalimentación de los usuarios del sistema.
-
- **Método general.** El objetivo principal de la combinación del modelo *Scenario-Based* y de la técnica de *Prototipos*, es para facilitar la comunicación del desarrollador con los usuarios y mejorar la calidad del software mediante la extracción de los requisitos de la interfaz de usuario. El proceso de extracción de los requisitos de la interfaz de usuario consiste en seis actividades, según como se muestra en la Figura 23.

Figura 23. Pasos principales del proceso de extracción de requisitos



Fuente. Soltanian et al. (2013)

La descripción de las actividades del proceso de extracción de requisitos son las siguientes:

- **La extracción requisitos.** Los principales requisitos del sistema se determinan a continuación, los casos de uso y los actores se definen y la descripción de casos de uso se genera en base a las principales necesidades del sistema.
- **Validación de requisitos.** Se asocian los actores a los casos de uso y los requisitos principales del sistema, el resultado de esta actividad se muestra en una matriz de trazabilidad.
- **Generación de escenarios y el diagrama de secuencia.** El desarrollador determina escenarios para cada caso de uso, y luego elabora los diagramas de secuencias anotado con la información de

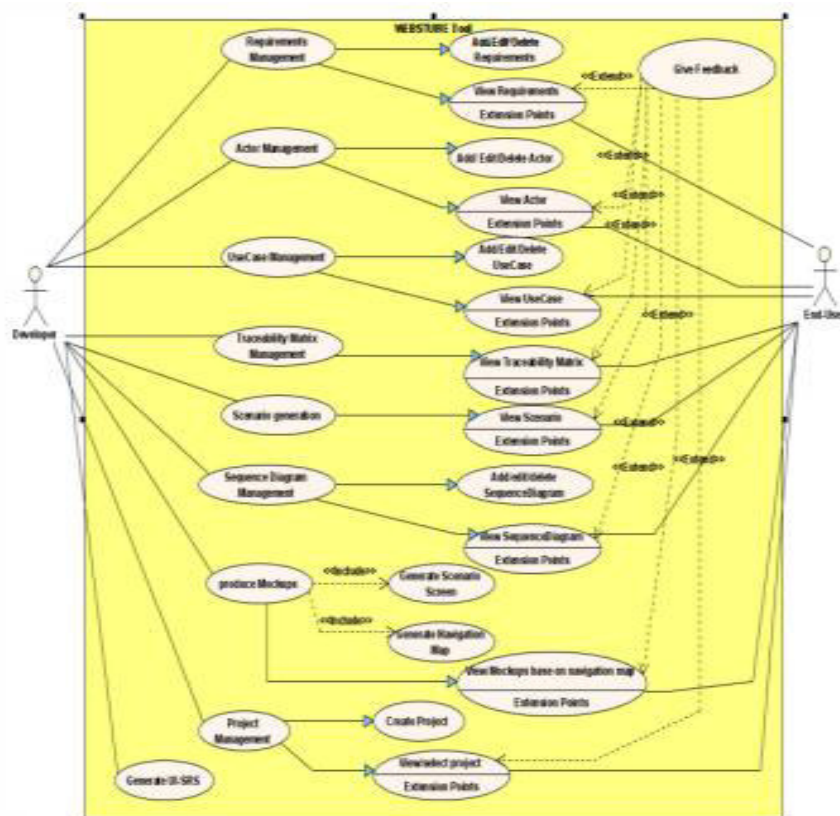
interfaz de usuario. El Desarrollador especifica los tipos, la información de la interfaz de usuario en relación a su mensaje interactivo.

- ***Creación y análisis de pantallas de escenarios.*** El desarrollador integra medidas correspondientes de los diagramas de secuencia en una pantalla especial y crea un mapa de navegación.
- ***Generación de Mock-up y mapa de navegación.*** El desarrollador genera maquetas basadas en los elementos de las pantallas del escenario y muestra las maquetas basados en el mapa de navegación de cada escenario.
- ***Generar de especificación de requisitos de interfaz de usuario.*** El documento SRS contiene todo lo disponible en un proyecto WEBSTUIRE y también los requisitos de la interfaz de usuario en un formato legible por el usuario.
- ***Requisitos funcionales y no funcionales.*** Los requisitos funcionales de WEBSTUIRE son los siguientes:
 - El desarrollador podrá crear un proyecto en WEBSTUIRE
 - El usuario final podrá seleccionar y ver un proyecto
 - El desarrollador podrá agregar requisitos para un proyecto
 - El usuario final podrá ver los requisitos del proyecto
 - El desarrollado podrá agregar actores para un proyecto
 - El usuario final podrá ver actores del proyecto
 - El usuario final podrá ver los eventos de un caso de uso
 - El desarrollador podrá gestionar eventos de casos de uso en un proyecto mediante una simple interfaz gráfica de usuario
 - El desarrollador podrá agregar casos de uso para un proyecto
 - El usuario final podrá para ver casos de uso del proyecto
 - El desarrollador podrá asociar los actores con un caso de uso

- El desarrollador podrá generar base de escenarios sobre la selección de medidas de casos de uso
 - El usuario final podrá ver escenarios de proyecto
 - El desarrollador podrá generar una matriz de trazabilidad
 - El desarrollador podrá agregar diagramas de secuencia de un proyecto
 - El desarrollador podrá administrar mensajes de diagrama de secuencia en un proyecto mediante una simple interfaz GUI
 - El usuario final podrá ver diagrama de secuencia del proyecto
 - El desarrollador podrá generar pantalla de escenario de los pasos del diagrama de secuencia.
- **Requisitos no funcionales.** Los requisitos funcionales de WEBSTUIRE son los siguientes:
 - La herramienta WEBSTUIRE deberá utilizarse fácilmente por usuarios finales y desarrolladores (deberá tener un alto grado de usabilidad).
 - La herramienta WEBSTUIRE será fácilmente expandido para el propósitos futuros con los componentes que podrían ser fácilmente modificados en el futuro (deberá tener un alto grado de escalabilidad).
 - La herramienta WEBSTUIRE será accesible a través de plataformas múltiples del navegador (deberá tener un alto grado de portabilidad).
 - La herramienta WEBSTUIRE deberá proporcionar un acceso seguro a la base de datos (deberá tener un alto grado de seguridad).
 - **Diagrama de “Casos de Uso”.** El diagrama de casos de uso de WEBSTUIRE se muestra en la Figura 24.

En el presente trabajo, los autores (Soltanian et al. 2013), no realizan un caso de estudio para validar su herramienta, solo muestran el funcionamiento de WEBSTUIRE. Pero, realizan comparaciones con trabajos similares.

Figura 24. Diagrama de Caso de Uso de WEBSTUIRE



Fuente. Soltanian et al. (2013)

Soltanian et al. (2013), sostienen que, solo pocas herramientas se acercan al enfoque propuesto en WEBSTUIRE. Esta herramienta fue diseñado para los aspectos textuales en la elicitación y especificación de requisitos de interfaz de usuario, basada en la web, lo que lo diferencia de otras herramientas CASE.

Como se puede observar en la Figura 25, los autores hacen una comparación con otras herramientas similares, tales como: SUIP (SUIP, 2010), SDE (Virani, 2008), STORM (Fritzinger, 2006), WEBSTORM (Talekar, 2008) y SUCRE (Alsumait, 2004), donde toman como base para la comparación varios criterios (modelamiento de requisitos, generación de escenarios automatizados, interfaz de usuario multi web, generación de screens de interfaz de usuario automatizado, generación de mapa de

navegación automatizada, entre otros.). Y se puede observar que, WEBSTUIRE cumple con la mayoría de los criterios.

Figura 25. Comparación de WEBSTUIRE con otras herramientas

Case Tools	Criteria									
	requirements modeling use case text input	Automated scenario generation	Full diagram capabilities Web/ Multi User Interface	Sequence diagram in tabular format	Automated UI screens generation	Automated Navigation Map generation	Mock-up and prototype generation	End-User involvement		
WEBSTUIRE	√	√	√	×	√	√	√	√	√	√
WebStorm	√	√	√	×	√	×	×	×	×	×
STORM	√	√	√	×	×	×	×	×	×	×
SUP	×	×	×	×	×	×	×	×	√	×
SDE	×	×	×	×	×	√	×	√	√	×
SCURE	√	×	×	×	×	√/×	√	×	×	√

Fuente. Soltanian et al. (2013)

3.3.1.2 Grado de automatización

Meth et al. (2013) sostienen que la “automatización” sigue en la parte superior de la lista de deseos de la mayoría de desarrolladores de software. En una encuesta que realizaron sobre la contribución para las prácticas de ER, el 69% de los encuestados identificaron la automatización como la más valiosa contribución a la mejora de las prácticas de la Ingeniería de Requisitos.

Con respecto a las propuestas que usan la automatización en la Elicitación de Requisitos, se encuentran: el Framework de Ankori (2005), y la herramienta de Soltanian et al. (2013).

Las propuestas que utilizan la semi-automatización son: el Modelo de Laportí et al. (2009) y el Framework de Fuentes et al. (2010). Las demás propuestas realizan la Elicitación de Requisitos en forma manual.

3.3.1.3 Reúso del conocimiento

Pisan (2000) sostiene que: las empresas de software, cuando terminan de construir un proyecto, cuentan con sus requisitos desarrollados, donde le han dedicado tiempo para obtener este artefacto, cuando desarrollan nuevos proyectos, empiezan desde cero para obtener nuevos requisitos, si se utiliza una técnica que permita capturar la experiencia y capacidades de los ingenieros de requisitos para reutilizar o adaptar requisitos anteriores, agilizaría el trabajo de los ingenieros de requisitos.

Con respecto a propuestas que reúsan el conocimiento para la Elicitación de Requisitos, se encuentran: el Framework de Ankori (2005), el Método de Shibaoka et al. (2007), el Framework de Li et al. (2007), el Modelo de Laportí et al. (2009) y la técnica de Vlas & Robinson (2011). Las demás propuestas no reutilizan el conocimiento para la Elicitación de Requisitos.

3.3.1.4 Importancia del factor humano

Se debe considerar el factor humano en los requisitos, una Elicitación adecuada no sólo debe capturar los requisitos de los clientes, sino a todos los aspectos del contexto que pueden afectar al sistema o su uso de alguna manera (Fuentes et al., 2010).

Además, uno de los problemas en la Elicitación de requisitos se encuentra en los diferentes puntos de vistas de los stakeholders (Fuentes et al., 2010). Y cada stakeholder describe sus necesidades de manera diferente (Sommerville, 2011).

Con respecto a propuestas que consideran el Factor Humano como importante en la Elicitación de Requisitos, se encuentran: el Modelo de Laporti et al. (2009), el Framework de Fuentes et al. (2010), el Framework de Aranda & Vizcaino (2010), el Enfoque de Zhang et al. (2011), el Enfoque Durdik (2011), la Técnica de Acuña et al. (2012) y el Framework de Carrizo et al. (2014).

3.3.1.5 Enfoque colaborativo

Según Azadegan et al. (2013), la elicitación de requisitos es de gran colaboración e implica a muchos actores, donde cada actor tiene diferentes necesidades, expectativas, junto con su experiencia propia, prejuicios y puntos de vista que deben ser satisfechas por la introducción y la entrega del sistema futuro.

Con respecto a propuestas que utilizan algún Enfoque Colaborativo en la *Elicitación de Requisitos*, se encuentran: el Modelo de Laporti et al. (2009), el Framework de Aranda & Vizcaino (2010), la Técnica de Acuña et al. (2012), el enfoque de Mulla & Girase (2012), Método de Azadegan et al. (2013) y el Framework de Carrizo et al. (2014). Las demás propuestas no utilizan enfoques colaborativos.

3.3.1.6 Complejidad de Proyectos

Mulla & Girase (2012) sostienen que la *Elicitación de Requisitos* es una tarea difícil sobre todo en grandes proyectos de software con sobrecarga de información y con muchos Stakeholders con diferentes puntos de vista. Además, los métodos existentes para la *Elicitación de Requisitos* no se adaptan bien a los grandes proyectos.

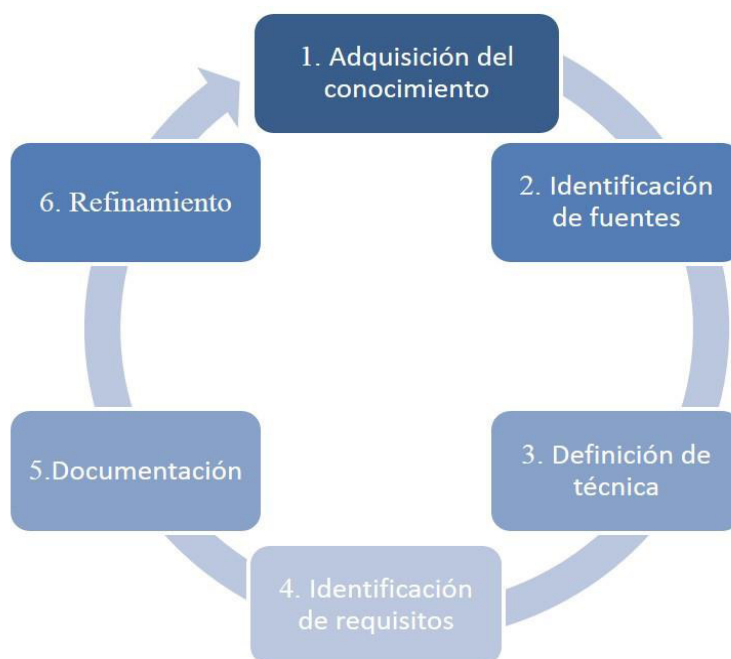
Con respecto a propuestas que están orientados a la *Elicitación de Requisitos* de proyectos de Software Complejos, se encuentran: los

Frameworks de Sabahat et al. (2010), Aranda & Vizcaino (2010) y de Carrizo et al. (2014). Las demás propuestas se orientan a Proyectos tradicionales.

3.3.2 Actividades

Esta clasificación nos permitirá identificar qué contribuciones cubren las diversas actividades en el proceso de *elicitación de requisitos* y, también, está relacionada con la segunda pregunta de investigación (Q2). Para tal, el framework se muestra en la Figura 26, en el cual, se ha realizado en base a las definiciones del proceso de elicitación de los autores: Pohl (2010), Loucopoulos & Karakostas (1995) y Mulla & Girase (2012).

Figura 26. Framework para la identificación de aportes sobre el proceso de elicitación de requisitos



Fuente. Elaborado por el autor

El ingeniero de requisitos necesita “Adquisición del conocimiento” del dominio sobre el tipo de aplicación que va desarrollar, esta actividad le permitirá inferir el conocimiento tácito que los stakeholder no articulan, evaluar las ventajas y desventajas que serán necesarias entre los requisitos

en conflicto y a veces para actuar como un “Usuario campeón” (SWEBOK, 2018).

La actividad “Identificar fuentes” de requisitos, se refiere a determinar todos los tipos de fuentes potenciales, dado que los Requisitos pueden provenir de diferentes fuentes, tales como: usuarios, sistemas, documentos, etc. (Loucopoulos & Karakostas, 1995). Una vez que las fuentes de requisitos han sido identificadas, el ingeniero de requisitos puede comenzar a elicitar necesidades de los usuarios.

La actividad “Definir técnica” se centra en Elegir la técnica, método, herramienta o enfoque de elicitación de requisitos adecuada para conseguir expresar las necesidades de los usuarios, por ejemplo, la entrevista (Loucopoulos & Karakostas, 1995).

La actividad “Identificar requisitos” se refiere a Identificar las necesidades del stakeholders, capturar los requisitos de los usuarios de las fuentes identificadas y con la técnica de elicitación adecuada (Pohl, 2010).

La actividad “Documentación” se refiere a definir la manera de documentar la información obtenida en la elicitación de requisitos, creando de esta manera el documento de Especificaciones de Requisitos de Software (SRS) (Mulla & Girase, 2012).

Y la actividad “Refinamiento” se refiere a definir el proceso de validación y corrección de los requisitos obtenidos, pudiendo identificar otros requisitos (Mulla & Girase, 2012).

Los estudios que se relacionan con cada actividad del proceso de elicitación de requisitos se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Estudios relacionados con el proceso de elicitación de requisitos

Actividades	Fuente
Adquisición del conocimiento	Laporti <i>et al.</i> (2009), Vlas & Robinson (2011), Tiwari <i>et al.</i> (2012), Shibaoka <i>et al.</i> (2007).
Identificación de fuentes	Soltanian <i>et al.</i> (2013).
Definición de técnica	Tiwari <i>et al.</i> (2012), Carrizo <i>et al.</i> (2014).
Identificación de requisitos	Mulla & Girase (2012), Laporti <i>et al.</i> (2009), Zhang <i>et al.</i> (2011), Azadegan <i>et al.</i> (2013), Dragicevic & Celar (2013), Vlas & Robinson (2011), Acuña <i>et al.</i> (2012), Yin & Jin (2012), De Oliveira <i>et al.</i> (2013), Ankori (2005), Li <i>et al.</i> (2007), Fuentes <i>et al.</i> (2010), Aranda & Vizcaino (2010), Sabahat <i>et al.</i> (2010), Liao (2013), Kamalrudin <i>et al.</i> (2010), Jain <i>et al.</i> (2003), Durdik (2011), Soltanian <i>et al.</i> (2013), Fernandes <i>et al.</i> (2012), Shibaoka <i>et al.</i> (2007).
Documentación	Dragicevic & Celar (2013), Aranda & Vizcaino (2010).
Refinamiento	Fernandes <i>et al.</i> (2012).

Fuente. Elaborado por el autor

3.3.3 Factores que influyen

Esta clasificación nos permitirá saber qué factores influyen positivamente o negativamente en la elicitación de los requisitos, y está relacionada con la tercera pregunta de investigación (Q3). Para este fin, se ha clasificado como se muestra en la Tabla 8, donde los estudios se dividieron en 2 grupos: estudios relacionados con factores que influyen en la elicitación de requisitos (1) Positivamente y (2) Negativamente. Estos factores se identificaron de acuerdo con los 29 estudios (ver Tabla 12).

Tabla 12. Estudios relacionados con factores que influyen en la elicitación de requisitos

Factores	Impacto	Fuente
Automatización	+	Laporti et al. (2009), Ankori (2005), Fuentes et al. (2010), Aithal & Desai (2009).
Conocimiento	+	Laporti et al. (2009), Vlas & Robinson (2011), Yin & Jin (2012), Tiwari et al. (2012), Shibaoka et al. (2007), Hadar et al. (2014), Moros et al. (2013).
Colaboración	+	Mulla & Girase (2012), Laporti et al. (2009), Azadegan et al. (2013), Acuña et al. (2012), Fuentes et al. (2010), Fernandes et al. (2012). (Mulla & Girase, 2012).
Reutilización	+	Vlas & Robinson (2011), Li et al. (2007), Shibaoka et al. (2007).
Comunicación	+	Aranda & Vizcaino (2010).
Stakeholders	+	Mulla & Girase (2012), Zhang et al. (2011), Atladottir et al. (2012), Burnay & Faulkner (2014), Burnay et al. (2013), Derrick et al. (2013), Castro & Cleland (2010).
Objetivos de negocio	+	De Oliveira et al. (2013), Liao (2013).
Diferentes puntos de vistas de Stakeholders	-	Zhang et al. (2011), Iden et al. (2011), Sakhnini et al. (2012).
Complejidad de proyectos	-	Sabahat et al. (2010), Verner & Abdullah (2012), Wnuk et al. (2013).

Fuente. Elaborado por el autor

3.4 Análisis de resultados

Esta sección describe en detalle los resultados de la aplicación del Framework general propuesto como se muestra en la Figura 10, y por lo tanto podemos responder a las preguntas de investigación planteadas inicialmente. Los porcentajes presentados en esta sección se obtienen sobre referencias totales sin redundancia en el estudio analizado.

3.4.1 Aspectos cubiertos (Q1)

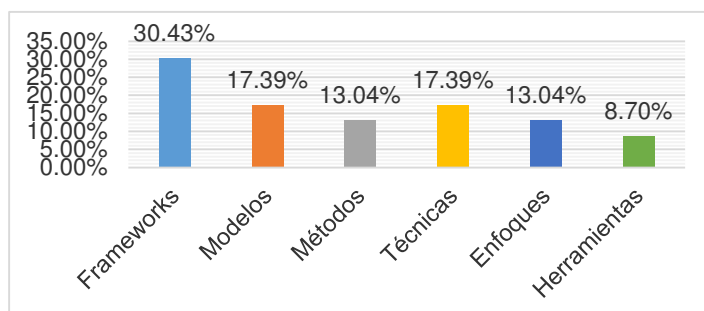
En primer lugar, para identificar los “*Aspectos cubiertos*”, se aplicó la Taxonomía propuesta en la Figura 11, donde se explica el detalle del análisis de las clasificaciones: Tipo de aporte, Grado de automatización y Tipo de Proyecto, las demás clasificaciones se observa en el resumen del análisis que se muestran en las Figuras 27 y 28 respectivamente.

3.4.1.1 Tipo de aporte

En la Figura 27 se muestra los resultados al aplicar la Taxonomía relacionada a la clasificación “*Tipo de aporte*”, donde se puede observar que de los 23 estudios seleccionados, el 30.43% corresponden a Frameworks, el 17.39% a Modelos, el 13.04% a Métodos, el 17.39% a Técnicas, el 13.04% a Enfoques y el 8.7% a Herramientas, por lo que, se observa que la mayoría de los aportes se orientan a Frameworks (30.43%).

Además, con este análisis podemos responder la primera pregunta de investigación Q1.1 (*¿Cuáles son los tipos de propuestas existentes para la Elicitación de requisitos de Software?*)

Figura 27. Porcentajes de tipos de contribuciones en la elicitación de requisitos



Fuente. Elaborado por el autor

3.4.1.2 Nivel de automatización

La Tabla 13 muestra los resultados de la clasificación “Nivel de automatización”, de acuerdo al tipo de contribución. El 82.6% de las contribuciones realizan la elicitación de requisitos de forma manual, el 8.7% de manera semi-automática y el 8.7% automáticamente. Además, con este análisis podemos responder la primera pregunta de investigación Q1.2 (¿Qué aportes están orientados a la automatización de la elicitación de requisitos de Software?).

Tabla 13. Nivel de automatización por tipo de contribución

Tipo de contribución	Manual	Semi-Automático	Automático	Total	%
Frameworks	5	1	1	7	30.43%
Modelos	3	1		4	17.39%
Métodos	3			3	13.04%
Técnicas	4			4	17.39%
Enfoques	3			3	13.04%
Herramientas	1		1	2	8.70%
Total	19 (82.6%)	2 (8.7%)	2 (8.7%)	23	100%

Fuente. Elaborado por el autor

3.4.1.3 Reúso del conocimiento

La Tabla 14 muestra los resultados de la clasificación “Reúso del conocimiento”, de acuerdo al tipo de contribución. Y se observa que el 34.78% de las contribuciones realizan la elicitación de requisitos reutilizando el conocimiento y el 65.22% no reutiliza el conocimiento. Además, con este análisis podemos responder la primera pregunta de investigación Q1.3 (*¿Qué aportes reutilizan el conocimiento en la elicitación de requisitos de software?*).

Tabla 14. Reúso del conocimiento por tipo de contribución

Tipo de contribución	Reúsan el conocimiento	No reúsan el conocimiento	Total
Frameworks	3	4	7
Modelos	1	3	4
Métodos	1	2	3
Técnicas	1	3	4
Enfoques	0	3	3
Herramientas	2	0	2
Total	8 (34.78%)	15 (65.22%)	23 (100%)

Fuente. Elaborado por el autor

3.4.1.4 Importancia del factor humano

La Tabla 15 muestra los resultados de la clasificación “Importancia del factor humano”, de acuerdo al tipo de contribución. Y se observa que el 39.13% de las contribuciones consideran al stakeholder como pieza importante en la elicitación de requisitos y el 60.87% no lo considera. Además, con este análisis podemos responder la primera pregunta de investigación Q1.4 (*¿Qué aportes consideran el factor humano como importante en la elicitación de requisitos de software?*).

Tabla 15. Importancia del factor humano por tipo de contribución

Tipo de contribución	Consideran al Stakeholder	No consideran al Stakeholder	Total
Frameworks	3	4	7
Modelos	1	3	4
Métodos	0	3	3
Técnicas	1	3	4
Enfoques	2	1	3
Herramientas	2	0	2
Total	9 (39.13%)	14 (60.87%)	23 (100%)

Fuente. Elaborado por el autor

3.4.1.5 Enfoque colaborativo

La Tabla 16 muestra los resultados de la clasificación “Enfoque colaborativo”, de acuerdo al tipo de contribución. Y se observa que el 34.78% de las contribuciones utilizan un enfoque colaborativo en la elicitación de requisitos y el 65.22% no lo utiliza. Además, con este análisis podemos responder la primera pregunta de investigación Q1.5 (*¿Qué aportes consideran el enfoque colaborativo en la elicitación de requisitos de software?*).

Tabla 16. Enfoque colaborativo por tipo de contribución

Tipo de contribución	Usan enfoque colaborativo	No usan enfoque colaborativo	Total
Frameworks	2	5	7
Modelos	1	3	4
Métodos	1	2	3
Técnicas	1	3	4
Enfoques	1	2	3
Herramientas	2	0	2

Total	8 (34.78%)	15 (65.22%)	23 (100%)
--------------	-------------------	--------------------	------------------

Fuente. Elaborado por el autor

3.4.1.6 Complejidad de proyectos

La Tabla 17 muestra los resultados de la clasificación “Complejidad de proyectos”, de acuerdo al tipo de contribución. Y se observa que el 82.61% de las contribuciones se enfocan en la elicitación de requisitos de software de proyectos no complejos y el 17.39% en proyectos complejos. Además, con este análisis podemos responder la primera pregunta de investigación Q1.6 (*¿Qué aportes se enfocan en la elicitación de requisitos de proyectos de software complejos?*).

Tabla 17. Magnitud de proyectos por tipo de contribución

Tipo de contribución	Proyectos no complejos	Proyectos complejos	Total
Frameworks	4	3	7
Modelos	4	0	4
Métodos	3	0	3
Técnicas	4	0	4
Enfoques	3	0	3
Herramientas	1	1	2
Total	19 (82.61%)	4 (17.39%%)	23 (100%)

Fuente. Elaborado por el autor

En resumen, en la Figura 28 se muestra el resultado del análisis de todas las clasificaciones y, se observa lo siguiente: La mayoría de las contribuciones son Frameworks (30.43%). Pocos estudios se centran en su automatización (8.7%). La mayoría de los estudios no reutilizan el conocimiento existente (65.22%). La mayoría de estos estudios no consideran al Stakeholder como una pieza importante en la elicitación de requisitos (60.87%). La mayoría de los estudios no usan un enfoque colaborativo (65.22%). Y pocos estudios se

centran en la elicitación de requisitos de proyectos de software complejos (17.39%).

Figura 28. Resumen de resultados según la taxonomía “Aspectos cubiertos”

Tipo de contribución	Nivel de automatización	Reuso del conocimiento	Importancia del factor humano	Enfoque colaborativo	Complejidad de proyectos
Frameworks (30.43%)	Manual (82.6%)	Si (34.78%)	Si (39.13%)	Si (34.78%)	Si (17.39%)
Modelos (17.39%)					
Métodos (13.04%)	Semi - Automatico (8.7%)	No (65.22%)	No (60.87%)	No (65.22%)	No (82.61%)
Técnicas (17.39%)					
Enfoques (13.04%)	Automatico (8.7%)				
Herramientas (8.7%)					

Fuente. Elaborado por el autor.

3.4.2 Actividades (Q2)

En segundo lugar, para identificar las "Actividades", se realizó una matriz de correspondencia entre las actividades del proceso de elicitación de requisitos y las diferentes propuestas basadas en el Marco propuesto en la Figura 26 y los resultados se muestran en la Tabla 11, donde se observa los diferentes aportes que están relacionados con cada una de las actividades del proceso de la elicitación de requisitos, donde podemos observar que la mayoría de las contribuciones se centran en la actividad "Identificación de requisitos" (91%) y las otras actividades están poco cubiertas: "Adquisición del conocimiento" (17%), "Identificación de fuentes" (4%), "Definición de técnica" (9%), "Documentación" (9%) y "Refinamiento" (4%). Cabe señalar que

algunos estudios están relacionados a más de una actividad, por ejemplo: la propuesta de Laportí et al. (2009).

3.4.3 Factores que influyen (Q3)

En tercer lugar, para identificar los "Factores", se desarrolló una tabla de correlaciones entre los factores que influyen positivamente (+) o negativamente (-) en la elicitación de requisitos en las diferentes propuestas (Tabla 12). Podemos observar que los factores que influyen positivamente son: Automatización (14%), Conocimiento (24%), Colaboración (21%), Reutilización (10%), Comunicación (3%), Stakeholders (24%) y Objetivos empresariales. (7%) Y los factores que influyen negativamente son: Diferentes puntos de vista stakeholders (10%) y la Complejidad de los proyectos de software (10%). Además, pocas propuestas se relacionan con los siguientes factores: Comunicación, Objetivos empresariales, diferentes puntos de vista stakeholders y la Complejidad del proyecto.

También, podemos observar que existen aportes que identifican a la vez más de un factor, como por ejemplo el aporte de Vlas & Robinson (2011), que identifican dos factores que influyen positivamente: *La Automatización y el Conocimiento*. Además, se puede observar que pocas propuestas se enfocan en los factores que influyen negativamente (Ver Tabla 10).

3.4.4 Análisis cruzado

Después del análisis de los resultados del framework propuesto, se ha realizado dos análisis cruzados con los resultados obtenidos: "Aspectos cubiertos vs. Actividades" y "Factores vs. Actividades".

Para este tipo de análisis entre las contribuciones relacionadas a "Aspectos cubiertos Vs. Actividades", realizamos una matriz de correlación, que se muestra en la Tabla 18. Como se puede observar, la mayoría de las contribuciones están relacionadas con la actividad "Identificación de

requisitos", considerando los aspectos: "Reutilización del conocimiento", "Importancia del factor humano" y "Enfoque colaborativo". Además, no hay contribuciones sobre: "Automatización" para apoyar las actividades: "Definir técnica", "Documentación" y "Refinamiento". También, no hay contribuciones sobre "Reutilización del conocimiento" para apoyar la actividad "Definir técnica" e "Importancia del factor humano" para la actividad "Refinamiento de requisitos". Y, no hay contribuciones sobre "Determinar fuentes" de requisitos teniendo en cuenta el proyectos de software "complejos".

De la misma manera, para el análisis cruzado entre las contribuciones relacionadas con *"Factores Vs. Actividades"*, se obtuvo la matriz de correlación que se muestra en la Tabla 19. Donde se observa que la mayoría de las contribuciones sobre factores corresponden a la actividad de "Identificación de requisitos". Además, algunas contribuciones sobre factores como "Automatización", "Conocimiento", "Colaboración" y "Reutilización" corresponden a la actividad "Adquisición de conocimiento", y no hay contribuciones sobre factores que correspondan a las actividades "Determinar fuentes" y "Definición de técnica" de elicitación de requisitos.

Tabla 18. Matriz de correlación entre “Aspectos cubiertos vs. Actividades” del proceso de elicitación de requisitos

Actividades Aspectos cubiertos	Adquisición del conocimiento	Identificación de fuentes	Definición de técnica	Identificación de Requisitos	Documentación	Refinamiento	Total
Automatización	Laport et al. (2009)	Soltanian et al. (2013)		Laport et al. (2009), Ankori (2005), Fuentes et al. (2010), Soltanian et al. (2013)			4
Reúso del conocimiento	Laport et al. (2009), Vlas & Robinson (2011), Shibaoka et al. (2007)	Soltanian et al. (2013)		Laport et al. (2009), Vlas & Robinson (2011), Li et al. (2007), Aranda & Vizcaino (2010), Jain et al. (2003), Soltanian et al. (2013), Fernandes et al. (2012), Shibaoka et al. (2007)	Aranda & Vizcaino (2010)	Fernandes et al. (2012)	8
Importancia del factor humano	Laport et al. (2009)	Soltanian et al. (2013)	Carrizo et al. (2014)	Laport et al. (2009), Zhang et al. (2011), Dragicevic & Celar (2013), Acuña et al. (2012), Fuentes et al. (2010), Aranda & Vizcaino (2010), Durdik. (2011), Fernandes et al. (2012), Soltanian et al. (2013)	Dragicevic & Celar (2013), Aranda & Vizcaino (2010)		10
Enfoque colaborativo	Laport et al. (2009)	Soltanian et al. (2013)	Carrizo et al. (2014)	Mulla, & Girase (2012), Laport et al. (2009), Azadegan et al. (2013), Acuña et al. (2012), Aranda & Vizcaino (2010), Soltanian et al. (2013), Fernandes et al. (2012)	Aranda & Vizcaino (2010)	Fernandes et al. (2012)	8
Proyectos complejos	Tiwari et al. (2012)		Tiwari et al. (2012)	Aranda & Vizcaino (2010), Sabahat et al. (2010), Fernandes et al. (2012)	Aranda & Vizcaino (2010)	Fernandes et al. (2012)	4
Total	4	1	2	17	2	1	

Fuente. Elaborado por el autor

Tabla 19. Matriz de correlación entre “Factores vs. Actividades” del proceso de elicitación de requisitos

Actividades Factores	Adquisición del conocimiento	Identificación de fuentes	Definición de técnica	Identificación de Requisitos	Documentación	Refinamiento	Total
Automatización (+)	Laporti et al. (2009)			Laporti et al. (2009), Ankori (2005), Fuentes et al. (2010)			3
Conocimiento (+)	Laporti et al. (2009), Vlas & Robinson (2011), 30, Shibaoka et al. (2007)			Laporti et al. (2009), Vlas & Robinson (2011), Yin & Jin (2012), Shibaoka et al. (2007)			5
Colaboración (+)	Laporti et al. (2009)			Mulla, & Girase (2012), Laporti et al. (2009), Azadegan et al. (2013), Acuña et al. (2012), Fuentes et al. (2010), Fernandes et al. (2012)		Fernandes et al. (2012)	6
Reutilización (+)	Vlas & Robinson (2011), Shibaoka et al. (2007)			Vlas & Robinson (2011), Li et al. (2007), Shibaoka et al. (2007)			3
Comunicación (+)				Aranda & Vizcaino (2010)	Aranda & Vizcaino (2010)		1
Stakeholders (+)				Mulla, & Girase (2012), Zhang et al. (2011)			2
Objetivos de negocio (+)				De Oliveira et al. (2013), Liao (2013)			2
Diferentes puntos de vistas de stakeholders (-)				Zhang et al. (2011)			1
Complejidad de proyectos (-)				Sabahat et al. (2010)			1
Total	4	0	0	16	1	1	

Fuente. Elaborado por el autor

3.5 Conclusiones

En este estudio se presentó una revisión sistemática de la literatura de 7920 artículos relacionados con la *Elicitación de Requisitos* de software, donde se revisó el resumen de 512 estudios, de los cuales se obtuvo 35 artículos relevantes para esta investigación. Los artículos fueron analizados con base en un *Marco General* propuesto (ver Figura 10), en el cual las conclusiones más relevantes de este trabajo se relacionan a las tres preguntas de investigación propuestas en el *Marco General* y al *Análisis Cruzado*:

- ***Q1: ¿Qué aspectos han cubiertos las diferentes propuestas en la elicitación de requisitos?***

Varios aspectos han sido cubiertos por estudios previos sobre Elicitación de requisitos (ver Figura 28), tales como *Grado de Automatización* (manual 82.6%, automático 8.7%), *Reúso del conocimiento* (34.78%), *Importancia del Factor Humano* (39.13%), *Enfoque Colaborativo* (34.78%), *Tipo de Proyecto* (tradicional 82.61%, complejo 17.39%), sin embargo, el 82.61% de los estudios son teóricos y solo el 17.69% son validados.

- ***Q2: ¿Qué actividades del proceso de la elicitación de requisitos han sido cubiertas por las diferentes propuestas?***

Todas las actividades del proceso de *Elicitación de Requisitos* han sido cubiertas por las diferentes propuestas (ver Tabla 11), sin embargo, la mayoría de los estudios se enfocan en la actividad “*Identificación de requisitos*” (91%), mientras que pocos estudios se enfocan en las demás actividades: “*Adquirir el conocimiento*” (17%), “*Identificación de fuentes*” (4%), “*Identificación de técnica*” (9%), “*Identificación de fuentes*” (4%), “*Documentación*” (9%) y “*Refinamiento*” (4%).

- **Q3: ¿Qué factores influyen en la elicitación de requisitos y de qué manera?**

Varios factores influyen en la *Elicitación de Requisitos* (ver Tabla 12). La mayoría de los factores identificados por los diferentes autores influyen de manera positiva, tales como *la Automatización, el Conocimiento, la Colaboración, la Reutilización, la Comunicación, los Stakeholders y los Objetivos empresariales*, y representan el 83.3%. Sin embargo, pocos estudios se refieren a factores que influyen en la *Elicitación de Requisitos* de manera negativa, tales como *los Problemas, Diferentes puntos de vistas de stakeholders y la Complejidad de los proyectos*, y representan el 16.7%.

- **Análisis cruzado**

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de cruzado entre las contribuciones relacionadas con "*Aspectos cubiertos vs. Actividades*" del proceso de obtención de requisitos (ver Tabla 18), no hay propuestas sobre "*Automatización*" para apoyar las actividades "*Definición de técnica*", "*Documentación*" y "*Refinamientos*" de requisitos.

Además, según los resultados obtenidos entre las contribuciones relacionadas con "*Factores vs. Actividades*" (ver Tabla 19), no hay propuestas sobre factores que correspondan a las actividades "*Identificación de fuentes*" y "*Definición Técnica*".

Por lo tanto, se recomienda hacer un estudio para mejorar todas las actividades del proceso de "*Elicitación de requisitos*", teniendo en cuenta todos los factores, especialmente los que afectan negativamente, y analizar otros factores que pueden influir en el proceso de "*Elicitación de requisitos*".

CAPÍTULO 4: NUEVOS FACTORES QUE AFECTAN EN EL PROCESO DE ELICITACIÓN DE REQUISITOS

En el presente capítulo se identifican nuevos factores que afectan en las actividades del proceso de elicitación de requisitos, dado que en los últimos años se han identificado factores que afectan en algunas actividades del proceso de elicitación, sin embargo, hay actividades que no han sido estudiadas, pero que son importantes en el proceso y, por consiguiente, en la calidad del requisito. Además, las *teorías del Comportamiento Organizacional, Aprendizaje Organizacional, Argumentación, Capital Social*, entre otras, proporcionan factores no estudiados en el área de Elicitación de requisitos, por lo que se introduce siete nuevos factores que afectan a las actividades del proceso de elicitación de requisitos: *Capacidad de Aprendizaje, Capacidad de Negociación, Personal Estable, Utilidad Percibida, Confianza, Estrés y Semi-Autonómica*, con sus 17 relaciones (factor-actividad). Se realizó un estudio empírico sobre 182 encuestados, donde se obtuvo, de los Análisis de Correspondencia Simple y Múltiple, que la mayoría de los factores propuestos tienen influencia entre “Alta” y “Muy alta”. Además, la prueba de hipótesis T-Students, con 95% de confianza, comprueba que 15 de las 17 relaciones son válidas.

4.1 Introducción

La elicitación de requisitos es la habilidad de trabajar en colaboración con los stakeholders para descubrir las necesidades actuales del producto y acordar la visión y las metas del proyecto propuesto (Borland, 2005); es considerada una de las etapas importantes en el desarrollo de software. Además, varios investigadores coinciden en que los requisitos incorrectos, incompletos y confusos tienen un gran impacto negativo en la calidad, costo y tiempo de entrega de los proyectos de software (Sommerville, 2011; Pohl & Rupp, 2011; Vijayan & Raju, 2011). A fin de superar estas dificultades y descubrir

con calidad las necesidades del stakeholder, en la literatura, se ha propuesto diversos procesos de elicitación de requisitos (Pohl, 2010; Mulla & Girase, 2012; Loucopoulos & Karakostas, 1995; SWEBOK, 2104). Sin embargo, como se mencionó anteriormente, según el Reporte del Caos (The Standish Group, 2013), siguen los problemas, pues el 29 % de los proyectos son exitosos, el 52% terminan con problemas y el 19% de los proyectos son fracasados, además, este reporte define una lista de factores que causan las fallas del proyectos y que en algunos casos hacen que este sea cancelado; así, los “requisitos incompletos” es el factor más crítico, y la “declaración clara de requisitos”, una de las tres principales razones para que un proyecto tenga éxito. Además, el Reporte del Caos (Vijayan & Raju, 2011) también explica que el 2015 los problemas continúan, pues solo el 29% de los proyectos tienen éxito, el 52% termina con problemas y el 19% de los proyectos son fracasados.

Por otro lado, la calidad de la elicitación de requisitos depende de las actividades del proceso de elicitación, que a su vez está afectado por factores de tipo personal, y de tipo técnicos. Algunos estudios muestran relaciones de influencias (Factor → Actividad), pero no hay estudios relacionados a las actividades “integración”, “documentación” y “refinamiento”, que son también relevantes para la elicitación. Así mismo, la teoría del aprendizaje organizacional permite identificar el factor “capacidad de aprendizaje”, ampliamente estudiado en otros problemas, lo cual podría afectar en la actividad “identificación de fuentes”, porque el analista debe tener la capacidad de aprender a identificar las fuentes adecuadas, tales como sistemas, usuarios, documentos relacionados al proyecto y experiencias de otras personas. Por lo tanto, el propósito de este capítulo es identificar nuevos factores que influyen en las actividades del proceso de la elicitación de requisitos, que a su vez se sustentan con teorías que han sido aplicadas en los sistemas de información, comportamiento humano, social, y organizacional.

4.2 Antecedentes y motivación

4.2.1 Actividades del proceso de elicitación de requisitos

Las actividades del proceso de elicitación de requisitos forman parte de los diferentes modelos de elicitación de requisitos que han surgido en los últimos años, tales como: los modelos de Wiegers (1999), Pohl (2010), Sommerville (2011), entre otros. Y, conforme han pasado los años, han surgido varias definiciones de elicitación de requisitos. Según Bohem (1981), la elicitación es el primer y más crítico paso dentro de la ingeniería de requisitos, así, el hecho de realizarlo de manera errónea nos llevará a productos con calidad pobre, fechas de entregas tardías y costos fuera del presupuesto. Loucopoulos & Karakostas (1995), definen la elicitación como el proceso de adquirir todo el conocimiento relevante para producir un modelo de requisitos de un problema y de un dominio determinado. Según Borland (2005), la elicitación es la habilidad de trabajar en colaboración con los stakeholders para descubrir las necesidades actuales del producto y acordar la visión y las metas del proyecto propuesto.

Con base en las definiciones de elicitación de requisitos, cada autor ha definido las actividades del proceso de elicitación. Loucopoulos & Karakostas (1995), definen 3 actividades: (i) Adquisición del conocimiento, (ii) Determinación de fuentes y, (iii) Identificación de técnicas. El *Cuerpo del Conocimiento de la Ingeniería de Software* (SWEBOK, 2014), define 2 actividades: (i) Fuentes de Requisitos y, (ii) Técnicas de Elicitación. Mulla & Girase (2012) identifican 5 actividades: (i) Identificar fuentes de requisitos, (ii) Recopilar la lista de deseos para cada parte correspondiente, (iii) Documentar y Refinar la lista de deseos, (iv) Integrar las listas de deseos con los diversos stakeholders y, (v) determinar los requisitos no funcionales. Pohl (2010) define 3 actividades: (i) Determinar las fuentes de los requisitos relevantes, (ii) Identificar requisitos de las fuentes y, (iii) Desarrollar nuevos requisitos.

4.2.2 Factores que afectan en la elicitación de requisitos

Dado que existen problemas en la elicitación de requisitos, han surgido diferentes trabajos que identifican los factores que influyen en esta tarea. Estos trabajos han identificado los siguientes factores: (i) Factores que influyen en todo el proceso de *elicitación de requisitos* (Tabla 20) y, (ii) Factores que influyen en una actividad en particular del proceso de elicitación (Tabla 21).

Como se puede observar en la Tabla 20, hay más trabajos que han estudiado los factores “reglas” y “cultura”, y se observa que estos factores están orientados al comportamiento humano. Cabe precisar que los factores de “gestión empresarial” (Liao, 2013) se refieren a los factores relacionados a los procesos de negocio, estructura orgánica y presupuesto del proyecto.

Tabla 20. Factores que influyen en todo el proceso de elicitación de requisitos.

Factores	Fuente
Sensibilización en prácticas de Elicitación	Cherotich et al. (2015)
Problemas de comunicación	Cherotich et al. (2015)
Reglas y Cultura	Cherotich et al. (2015), Khan et al. (2014), Davey & Cope (2008)
Razones técnicas y Factores de gestión empresarial	Liao (2013)
Motivación y Conocimiento de prácticas de Elicitación	Cherotich et al. (2015), Khan et al. (2014)
Experiencia en TI, Experiencia en el negocio, Toma de decisiones y Aceptación del stakeholder.	Coughlan et al. (2013)
Estrategias de organización, Disponibilidad de usuarios, Compromiso del stakeholder, Clima Social, Conocimiento del dominio y Diferentes punto de vista de stakeholder.	Khan et al. (2014)
Distribución geográfica	Cherotich et al. (2015), Burnay et al. (2013)
Capacidad de intercambio del conocimiento	Dalberg et al. (2006), López et al. (2009)

Fuente. Elaborado por el autor

Tabla 21. Factores que influyen en una actividad en particular del proceso de elicitación de requisitos

Actividades	Factores	Fuente
Adquisición del conocimiento	Adquisición del conocimiento, Conocimiento del dominio y Negociación del conocimiento.	Coughlan et al. (2013)
Identificación de fuentes	Fuentes de información voluminosas	Davey & Cope (2008)
Definición de técnicas	Técnica de Elicitación	Cherotich et al. (2015), Khan et al. (2014), Coughlan et al. (2013)
Identificación de lista de deseos	Colaboración	Cherotich et al. (2015), Davey & Cope (2008), Ribeiro et al. (2014), Ghanbari et al. (2015)
	Comprensión incompleta de requisitos	Davey & Cope (2008), Davey & Parker (2015)
	Compromiso del stakeholder	Khan et al. (2014), Davey & Parker (2015)
	Comunicación	Cherotich et al. (2015),
	Conocimiento de práctica de Elicitación	Khan et al. (2014)
	Diferentes punto de vista del stakeholder	Khan et al. (2014), Davey & Cope (2008)
	Disponibilidad de usuarios	Cherotich et al. (2015), Khan et al. (2014)
	Negociación, Ambigüedades, Complejidad y Obstáculos en la interacción	Davey & Cope (2008)
	Requerimientos volátiles, Supuestos tácitos y Tipo de lenguaje	Davey & Parker (2015)
	Gamification	Ribeiro et al. (2014), Ghanbari et al. (2015)

Fuente. Elaborado por el autor

En la Tabla 21, se observa que la actividad “Identificación de lista de deseos” es la más estudiada, porque la mayoría de los estudios se centran más en la actividad principal del proceso de elicitación, sin considerar todas las

actividades en su conjunto. También se observa que, sólo 4 de 7 actividades del proceso de elicitación han sido analizadas, y las actividades no analizadas también son importantes. Por ejemplo, la “integración” permite negociar, agrupar y ordenar los diferentes requisitos capturados por el stakeholder.

4.2.3 Motivación

En los últimos años, han surgido diferentes propuestas sobre factores que afectan en la elicitación de requisitos (Tablas 20 y 21), a pesar de ello, este trabajo se justifica por las siguientes razones:

- i. Es importante conocer los factores que afectan a la elicitación en forma general, pero, es más importante saber qué factor afecta a qué actividad en particular, puesto que la calidad de la elicitación depende de que todas las actividades se realicen de manera eficiente. Por ejemplo, identificar un factor que afecte a una actividad en particular podría facilitar la corrección de éste, en su momento oportuno.
- ii. Como se muestra en la Tabla 21, se han identificado factores que afectan en algunas actividades del proceso de elicitación, sin embargo, hay actividades que no han sido estudiadas, pero que son importantes en el proceso de elicitación y, por consiguiente, en la calidad del requisito. Por ejemplo, la actividad “integración” permite negociar, agrupar y ordenar los diferentes requisitos capturados por el *stakeholder*, eliminando las redundancias de requisitos repetidos para poder reutilizarlos.
- iii. Además, a pesar de que los últimos estudios (Cherotich et al., 2015; Khan et al., 2014; Davey & Parker, 2015), demuestran que hay factores que afectan en la elicitación, estos estudios dan indicios que podrían haber nuevos factores que afecten en el proceso de elicitación. Por ejemplo, la “estabilidad del personal” sin duda, influye en todas las

actividades, dado que, rotar personal implica que estos dedicarán nuevamente más tiempo y costo en cada una de las actividades del proceso de elicitación y, por consiguiente, afectará en la calidad del requisito.

Por ello, el propósito de este capítulo es identificar nuevos factores que influyen en cada actividad del proceso de la *elicitación de requisitos* y, en consecuencia, en la calidad del mismo, por ello, los nuevos factores y sus relaciones con las actividades del proceso de elicitación (17 hipótesis) se conceptualizados a través de un modelo.

4.3 Identificación de nuevos factores

En esta sección, siete nuevos factores que influyen en las actividades del proceso de *elicitación de requisitos* son identificados y sustentados.

4.3.1 Actividades

Basado en la revisión de la literatura, se han identificado una serie de actividades para el proceso de elicitación de requisitos (Pohl, 2010; Mulla & Girase, 2012; Loucopoulos & Karakostas, 1995; SWEBOK, 2014) (Tabla 22), algunas con nombres diferentes, pero con igual significado, por ejemplo, *identificación de fuentes* (Loucopoulos & Karakostas, 1995) e *identificar fuentes de requisitos* (Mulla & Girase, 2012); y otras que se traslapan, por ejemplo, *identificar requisitos de las fuentes* (Pohl, 2010) es lo mismo que *recolectar lista de deseos de stakeholders* (Mulla & Girase, 2012) y *definir requisitos no funcionales* (Mulla & Girase, 2012).

Tabla 22. Actividades del proceso de elicitación de requisitos de la literatura

Actividades	Loucopoulos & Karakostas (1995)	Pohl (2010)	Mulla & Girase (2012)	SWEBOK (2014)
1	Adquisición del conocimiento del dominio			
2	Identificación Fuentes	Identificar fuentes de requisitos	Identificar fuentes de requisitos	Fuentes de requisitos
3	Definición de técnica			Técnicas de requisitos
4		Identificar requisitos de las fuentes	Recolectar lista de deseos de stakeholders Definir requisitos no funcionales	
5			Integrar requisitos	
6			Documentación	
7		Desarrollar nuevos requisitos	Refinamiento	

Fuente. Elaborado por el autor

A partir de las actividades analizadas en la literatura (ver Tabla 22), para el presente trabajo se ha considerado las siguientes actividades: *Adquisición del Conocimiento*, *Identificación de fuentes*, *Definición de técnica*, *Identificación de lista de deseos*, *Integración de lista de deseos*, *Documentación* y *Refinamiento* y, que en su conjunto cubren todo el proceso de elicitación, además, no se traslapan entre ellas (ver Tabla 23).

Tabla 23. Lista de actividades del proceso de elicitación de requisitos

Id	Actividades	Fuente
A1	Adquisición del conocimiento	Loucopoulos & Karakostas (1995)
A2	Identificación de fuentes	Pohl (2010), Mulla & Girase (2012), Loucopoulos & Karakostas (1995), SWEBOK (2014)
A3	Definición de técnica	Loucopoulos & Karakostas (1995), SWEBOK, (2014)
A4	Identificación de lista de deseos	Pohl (2010), Mulla & Girase (2012)
A5	Integración de lista de deseos	Mulla & Girase (2012)
A6	Documentación	Mulla & Girase (2012)
A7	Refinamiento	Pohl (2010), Mulla & Girase (2012)

Fuente. Elaborado por el autor

Cada actividad es importante en el proceso de elicitación, el no hacer una de ellas, no garantiza que el requisito sea de calidad. Por ejemplo, realizar la actividad “*Identificación de lista de deseos*” del stakeholder, sin considerar la actividad “*Definición de técnica*”, podría ocasionar que se identifiquen requisitos incompletos, incorrectos e incomprensibles.

4.3.2 Nuevos factores

Se revisaron alrededor de 70 teorías que han sido aplicadas en los sistemas de información, comportamiento humano, social y organizacional, para conocer su relación con el proceso de elicitación de requisitos, descartándose aquellas que no tenían relación. Luego, se identificaron factores que afectan al proceso con base en estas teorías y otras fuentes, varias de ellas evidentemente identificadas en la literatura, obteniéndose 7 nuevos factores que describimos a continuación (Tabla 24).

El factor **Capacidad de aprendizaje (F1)** se refiere a la forma en que los individuos y las organizaciones con capaces de reconocer, absorber y utilizar el conocimiento (Winkelen & McKenzie, 2011). Es relevante en la elicitación de requisitos porque tanto el *stakeholder* como el analista deben tener capacidad de aprendizaje frente a nuevas tareas, métodos, reglas, conocimientos relacionados al tipo de proyecto que se va desarrollar, evitando de esta manera que los requisitos se desarrollen de manera incorrecta, lo cual ocasionaría atrasos en el desarrollo del proyecto. Por otro lado, las organizaciones que presentan mejores resultados son aquellas que dan énfasis a la capacidad de aprendizaje de su equipo de trabajo en todos los niveles de la organización (organizational learning theory) (Kofman & Senge, 1993), es por ello que la capacidad de aprendizaje permitirá obtener mejores resultados en la elicitación de requisitos. Cabe precisar que el factor “Capacidad de intercambio de conocimiento” (Dalberg et al., 2006; López et al., 2009) se refiere a la capacidad que tienen los miembros de un equipo en compartir e intercambiar la información que es diferente a la “capacidad de aprendizaje”.

El factor **Capacidad de negociación (F2)** se refiere a la habilidad para crear un ambiente propicio para la colaboración y lograr compromisos duraderos que fortalezcan la relación, aplicando la técnica de negociación adecuada (González, 2006). Es relevante en la elicitación de requisitos, debido a que el analista debe tener la habilidad de negociar con el *stakeholder* sin que este entre en conflicto, por ejemplo, llegar a un acuerdo mutuo, de manera rápida y usando la técnica de convencimiento apropiada, sobre qué requisitos se van a priorizar de acuerdo al alcance y presupuesto del proyecto. Por otro lado, el desarrollo de capacidades distintivas permitirá que las organizaciones puedan conseguir ventajas competitivas (*The Theory of the Growth of the Firm*) (Penrose, 1959) y, si el analista posee la capacidad de negociación (*Argumentation Theory*) (Cox & Willard, 1982) frente al *stakeholder*, esto permitirá contribuir en el buen desarrollo de la elicitación de requisitos.

El factor **Personal estable (F3)** se refiere a la permanencia del personal en un centro de trabajo u organización (Pugh, 1977). Es relevante en la elicitación de requisitos, puesto que si no se cuenta con analistas y *stakeholders* que trabajen en la empresa en forma estable, conllevará a que la elicitación no se realice de manera apropiada, ocasionando la dilatación de las tareas, porque que los nuevos analistas y *stakeholders* deben aprender el dominio de problema y otros conocimientos, afectando la calidad del requisito. Por otro lado, Fayol (Pugh, 1977) sostiene que hay 14 principios de la administración que influyen en el comportamiento organizacional, y uno de ellos es la “estabilidad del personal” (*organizational behavior theory*) (Pugh, 1977), es por esta razón que tener personal estable (*stakeholders* y analistas) permitirá obtener mejores resultados en la elicitación de requisitos.

El factor **Utilidad percibida (F4)** se refiere al grado en que una persona cree que el uso de un sistema en particular podría mejorar su rendimiento en el trabajo (Davis et al., 1989). Es relevante en la elicitación de requisitos, puesto que el stakeholder debe saber cuál será la utilidad que obtendrá al invertir su tiempo y colaborar con el analista, es decir, el *stakeholder* debe saber cuáles serán los beneficios que tendrá cuando use el sistema que se está desarrollando. Por otro lado, cuando los usuarios se presentan con una nueva tecnología, una serie de factores influyen en su decisión sobre cómo y cuándo lo van a usar y qué beneficios obtendrán de ello (*Technology Acceptance Model - TAM*) (Davis et al., 1989), es por esta razón que la utilidad percibida del *stakeholder* permitirá obtener mejores resultados en la elicitación de requisitos.

El factor **Confianza (F5)** se refiere a la creencia de una parte en otras que después se comportarán de manera predecible y que está basada en una relación circular de riesgo y acción. Es la seguridad que alguien tiene en otra persona o en algo (Luhmann, 2002). Es relevante en la elicitación de requisitos, puesto que el stakeholder debe tener la confianza suficiente al

momento de relacionarse con el analista y, de esta manera, pueda entablar una buena relación y, por consiguiente, obtener la información adecuada. Por otro lado, Robert Putnam (Coleman, 1988) sostiene que el aspecto de la organización social, tales como confianza, normas y redes de compromiso, pueden mejorar la eficiencia de una sociedad al facilitar la acción coordinada (social capital theory) (Coleman, 1988), por lo tanto, la “confianza” contribuiría a que la elicitación de requisitos se realice de manera eficiente.

El factor **Estrés (F6)** se refiere al conjunto de reacciones fisiológicas y psicológicas que experimenta el organismo cuando se lo somete a fuertes demandas (Melgosa, 1995). Es relevante en la elicitación de requisitos, puesto que si existe alguna situación estresante en el lugar de trabajo del *stakeholder* o analista, esto afectará de manera negativa en la productividad de sus tareas y, por consiguiente, en la calidad del requisito. Por otro lado, de acuerdo con Folkman et al. (1986), diversos eventos de la vida tienen la propiedad de ser factores causantes de estrés, los cuales provocan un desequilibrio emocional. Esto se presenta cuando la persona identifica una situación o un encuentro como amenazante, cuya magnitud excede sus propios recursos de afrontamiento, lo cual pone en peligro su bienestar y, por consiguiente, en la productividad de su trabajo. Además, el estrés influye en la capacidad de las personas (*Selye's General Adaptation Syndrome Selye*) (Folkman et al., 1986). Por esta razón, el estrés afecta de forma negativa en la elicitación de requisitos y, en consecuencia, en la calidad del mismo.

El factor **Semi-Autonómica (F7)** se refiere a la posibilidad de actuar y pensar sin depender del deseo de otros (Kephart & Chess, 2003). Es relevante en la elicitación de requisitos, debido a que ayudaría en la eficacia de esta tarea, facilitando, por ejemplo, la documentación de la elicitación, donde no se dependería del analista al 100%, a través de alguna herramienta semi-autonómica. Por otro lado, Latour (2005) considera actante tanto a humanos como a objetos (no-humanos), además, señala la

importancia de lo tecnológico en la explicación del mundo, tratándolo de una manera equivalente a la manera en que se trata lo social (*actor-network theory*) (Latour, 2005). Es por ello la importancia de autónomo en la elicitación de requisitos.

La Tabla 24 muestra el resumen de los factores identificados en el modelo conceptual con su respectivo sustento.

Tabla 24. Nuevos factores identificados

Id	Factores	Resumen	Sustento
F1	Capacidad de aprendizaje	Forma en que los individuos y las organizaciones son capaces de reconocer, absorber y utilizar el conocimiento (Winkelen & McKenzie, 2011).	Teoría del Aprendizaje Organizacional (Kofman & Senge, 1993)
F2	Capacidad de negociación	Actitud o suficiencia para negociar y llegar a un acuerdo (Cox & Willard, 1982).	Teoría de Crecimiento de la Empresa (Penrose, 1959) Teoría de la argumentación (Cox & Willard, 1982),
F3	Personal estable	Permanencia del personal en un centro de trabajo (Pugh, 1977).	Teoría del Comportamiento Organizacional (Pugh, 1977).
F4	Utilidad percibida	Grado en que una persona cree que el uso de un sistema en particular podría mejorar su rendimiento en el trabajo (Davis et al., 1989).	Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) (Davis et al., 1989)
F5	Confianza	Es la seguridad que alguien tiene en otra persona o en algo (Luhmann, 2002).	Teoría del Capital social (Coleman, 1988)
F6	Estrés	Conjunto de reacciones fisiológicas y psicológicas que experimenta el organismo cuando se lo somete a fuertes demandas (Melgosa, 1995).	Síndrome de la Adaptación General de Selye (Folkman et al., 1986).
F7	Semi-Autónoma	Posibilidad de actuar y pensar sin depender del deseo de otros (Kephart & Chess, 2003).	Teoría del Actor-Red (Latour, 2005)

Fuente. Elaborado por el autor

4.3.3 Hipótesis

Después de identificar los factores y las actividades, se estableció las relaciones entre estas (Factores → Actividades), donde se formularon 17 sub hipótesis (ver Figura 29) que se relacionan con las hipótesis específicas H11 y H21. A continuación se explica el sustento de cada hipótesis.

4.3.3.1 Influencia del factor “Capacidad de aprendizaje” (F1)

Dado que el analista debe tener capacidad para aprender de nuevos conocimientos relacionados al tipo de proyecto que va desarrollar, a fin de realizar bien la actividad de adquisición del conocimiento de dominio y obtener el conocimiento tácito que los stakeholders no articulan (Loucopoulos & Karakostas, 1995), la “Capacidad de aprendizaje” afectará positivamente a la actividad “Adquisición del conocimiento” del dominio.

- **Hipótesis H1.1:** *El factor “Capacidad de aprendizaje” influye en la actividad del proceso de elicitación “Adquisición del conocimiento” del dominio.*

También, el analista debe tener la capacidad de aprender a identificar las fuentes adecuadas, tales como sistemas, usuarios, documentos relacionados al proyecto, experiencias de otras personas, etc. (Loucopoulos & Karakostas, 1995), por lo que, la “Capacidad de aprendizaje” afectará positivamente a la actividad “Determinación de fuentes” del requisitos.

- **Hipótesis H1.2:** *El factor “Capacidad de aprendizaje” influye en la actividad del proceso de elicitación “Identificación de fuentes” de requisitos.*

Además, el analista debe tener la capacidad de aprender de las diferentes técnicas que debe usar para capturar los requisitos dependiendo del tipo de proyecto que va desarrollar (SWEBOK, 2014), la “Capacidad de aprendizaje” afectará positivamente a la actividad “Definición de técnicas” de requisitos.

- **Hipótesis H1.3:** *El factor “Capacidad de aprendizaje” influye en la actividad del proceso de elicitación “Definición de técnica” de requisitos.*

Y dado que el analista debe tener la capacidad de aprender de las necesidades y experiencias del stakeholder, para identificar adecuadamente sus necesidades de las fuentes y con la técnica de elicitación adecuada (Pohl, 2010), la “*Capacidad de aprendizaje*” afectará positivamente a la actividad “Identificación de lista de deseos” del stakeholder.

- **Hipótesis H1.4:** *El factor “Capacidad de aprendizaje” influye en la actividad del proceso de elicitación “Identificación de lista de deseos” del stakeholder.*

4.3.3.2 Influencia del factor “Capacidad de negociación” (F2)

Puesto que el analista debe tener una capacidad de negociación con el stakeholder sin que este entre en conflicto, usando la técnica de negociación apropiada, para ponerse de acuerdo sobre los requisitos que se van a desarrollar de acuerdo al alcance del proyecto (González, 2006), la *Capacidad de negociación* afectará positivamente a la actividad “Identificación de lista de deseos” del stakeholder. Este factor no se relaciona con las demás actividades porque solo en esta actividad se necesita negociar.

- **Hipótesis H2.4:** *El factor “Capacidad de negociación” influye en la actividad del proceso de elicitación “Identificación de lista de deseos” de stakeholders.*

4.3.3.3 Influencia del factor “Personal estable” (F3)

Es necesario que tanto el *stakeholder* como el analista sean personal estable en la empresa y de esta manera no afecte las actividades del proceso de elicitación de requisitos (Pugh, 1977), para evitar la contratación de personal nuevo que implicaría tiempo extra en la capacitación y afectando, de esta manera, la calidad de la elicitación del requisito, por ello, este factor afectará positivamente a todas las actividades del proceso de elicitación, excepto a la actividad “Documentación”. No se ha considera la

actividad “Documentación” porque esta actividad puede ser realizada a través de un proceso automático o usando alguna herramienta.

- **Hipótesis H3.1:** El factor “Personal estable” influye en la actividad del proceso de elicitación “Adquisición del conocimiento” del dominio.
- **Hipótesis H3.2:** El factor “Personal estable” influye en la actividad del proceso de elicitación “Identificación de fuentes” de requisitos.
- **Hipótesis H3.3:** El factor “Personal estable” influye en la actividad del proceso de elicitación “Definición de técnica”.
- **Hipótesis H3.4:** El factor “Personal estable” influye en la actividad del proceso de elicitación “Identificación de lista de deseos” de stakeholders.
- **Hipótesis H3.5:** El factor “Personal estable” influye en la actividad del proceso de elicitación “Integración de lista de deseos” de stakeholders.
- **Hipótesis H3.7:** El factor “Personal estable” influye en la actividad del proceso de elicitación “Refinamiento” de requisitos.

4.3.3.4 Influencia del factor “Utilidad percibida” (F4)

Es importante que el stakeholder sepa cuál será la utilidad que obtendrá al invertir su tiempo y colaborar con el analista en el proceso de elicitación de requisitos (Davis et al., 1989), es decir, el stakeholder debe saber cuáles serán los beneficios que tendrá cuando use el sistema que se está desarrollando. Por ello, este factor afectará positivamente a las actividades del proceso de elicitación: “Identificación de lista de deseos” de stakeholders y “Documentación” de la elicitación de requisitos.

- **Hipótesis H4.4:** El factor “Utilidad percibida” influye en la actividad del proceso de elicitación “Identificación de lista de deseos” de stakeholders.
- **Hipótesis H4.6:** El factor “Utilidad percibida” influye en la actividad del proceso de elicitación “Documentación” de la elicitación de requisitos”.

4.3.3.5 Influencia del factor “Confianza” (F5)

Es importante que el stakeholder tenga la confianza suficiente al momento de relacionarse con el analista y, de esta manera, se pueda entablar una buena relación y, por consiguiente, obtener la información adecuada (Luhmann, 2002), la “Confianza” afectará positivamente a la actividad “Identificación de lista de deseos” del *stakeholder*.

- **Hipótesis H5.4:** *El factor “Confianza” influye en la actividad del proceso de elicitación “Identificación de lista de deseos” de stakeholders.*

4.3.3.6 Influencia del factor “Estrés” (F6)

Dado que es importante saber si existe estrés en el trabajo del stakeholder y del analista, puesto que este factor podría afectar negativamente en la calidad de la identificación e integración de la lista de deseos del stakeholder (Melgosa, 1995), el *Stress* afectará negativamente a las actividades “Identificación” e “Integración” de la lista de deseos del stakeholder.

- **Hipótesis H6.4:** *El factor “Estrés” influye en la actividad del proceso de elicitación “Identificación de lista de deseos” de stakeholders.*
- **Hipótesis H6.5:** *El factor “Estrés” influye en la actividad del proceso de elicitación “Integración de lista de deseos” de stakeholders.*

4.3.3.7 Influencia del factor “Semi-Autonómico” (F7)

Sería de mucha utilidad que la documentación o especificación de la *elicitación de requisitos* se realice sin depender del analista, a través de alguna herramienta semi-autonómico (Latour, 2005) y, de esta manera, agilizar el tiempo en la documentación. Por ello, el factor *Semi-Autonómico* afectará positivamente a la actividad “Documentación” de la *elicitación de requisitos*.

- **Hipótesis H7.6:** *El factor “Semi-Autonómico” influye en la actividad del proceso de elicitación “Documentación” de la elicitación de requisitos”.*

La Tabla 25 muestra un resumen de las hipótesis propuestas, donde se observa las 17 sub hipótesis, denotado por $H_{x.y}$, esto quiere decir que el *factor F_x* influye en la *actividad A_y* .

Tabla 25. Matriz de hipótesis: “Factor vs. Actividades”

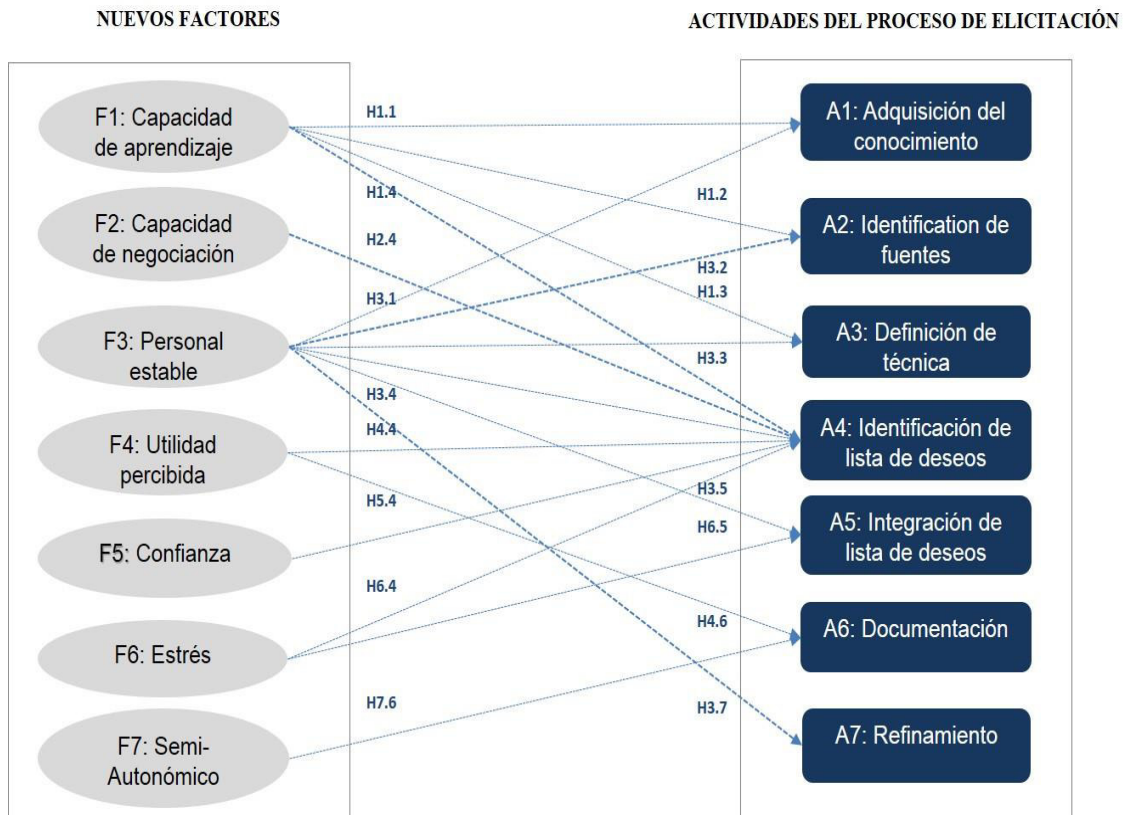
Factores	Actividades						
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
F1	H1.1	H1.2	H1.3	H1.4			
F2				H2.4			
F3	H3.1	H3.2	H3.3	H3.4	H3.5		H3.7
F4				H4.4		H4.6	
F5				H5.4			
F6				H6.4	H6.5		
F7						H7.6	

Fuente. Elaborado por el autor

4.3.4 Modelo conceptual (Factores → Actividades)

En resumen, en la Figura 29, 7 factores y sus relaciones (hipótesis) son conceptualizados con las 7 actividades del proceso de *elicitación de requisitos*.

Figura 29. Modelo conceptual inicial sobre la influencia entre (Factores → Actividades)



Fuente. Elaborado por el autor

4.4 Metodología

4.4.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de la investigación del presente estudio es: correlacional y descriptiva y, con un enfoque cuantitativo. “*Correlacional*”, puesto que asocia variables mediante un patrón predecible para un grupo o población; mide el grado de asociación entre dos o más variables. La correlación nos ayudará a determinar las relaciones existentes entre los factores que influyen en las actividades del proceso de elicitación de requisitos y el nivel de influencia de cada uno. “*Descriptiva*”, porque esta investigación se limita a señalar las características particulares y diferenciadoras del modelo conceptual propuesto y porque tiene como objetivo establecer relaciones entre variables

(Factores y actividades) y son orientadas por las hipótesis. “Cuantitativo”, porque se utiliza el análisis estadístico, se tiene la idea de investigación, se formulan los objetivos, porque la recolección de datos son medibles para describir o afinar preguntas de investigación y puede o no probar hipótesis en el proceso de interpretación (Cortes & Iglesias, 2004).

El diseño de este estudio es “no experimental”, dado que se observa el fenómeno tal como se dan en su contexto natural, sin la manipulación deliberada de variables, para posteriormente analizarlos (Hernández, Fernández & Baptista, 2010). En este caso, se analizan los datos obtenidos en una encuesta para identificar la percepción de los expertos sobre la influencia de los nuevos factores en las actividades del proceso de elicitación de requisitos de software (*Anexo A.1*).

4.4.2 Unidad de análisis

La unidad de análisis es el *ingeniero de requisitos* o *analista de sistemas* que captura las necesidades de los usuarios y laboran en instituciones públicas y privadas que desarrollan software en el Perú, a quienes se les aplicarán encuestas para identificar la percepción de la influencia de los factores en las actividades del proceso de elicitación de requisitos de software.

4.4.3 Población y muestra

La población del presente estudio está conformada por *ingenieros de requisitos* o *analistas de sistemas* que laboran en instituciones públicas y privadas que desarrollan software en el Perú.

El tamaño de la muestra es de 182 analistas o ingenieros de requisitos que laboran en instituciones públicas y privadas que desarrollan software en el Perú, distribuidos por 3 tipos de organizaciones (Institución privada, Institución pública y Consultora de Software) y clasificados por el nivel de

experiencia (Junior, Semi sénior y Sénior).

Como se ha determinado el tamaño de la muestra desconociendo el tamaño de la población, es necesario considerar cuál es el % de error muestral para establecer la validez del presente estudio y al no contar con información histórica de estudios similares se hallará el error muestral en función de la varianza máxima posible (0.5), la cual asegura la validez (representatividad) de la muestra tomada (Arias, 2006). Para ello, se usará la fórmula que se muestra en la ecuación Eq. (1):

$$n = \frac{z^2 pq}{\varepsilon^2} \quad (1)$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra, z = Constante del nivel de confianza, p = Varianza máxima, q = 1 – p y ε = error de muestreo.

Entonces, $\varepsilon^2 = (z^2 * pq)/n$, usando un nivel de confianza del 95 % (z= 1.96)

y la varianza máxima p = 0.5, $\varepsilon^2 = (1.96^2 * 0.5 * 0.5)/182 = 0.00528$, es decir,

$\varepsilon = 0.0726$ (7.3 % de error muestral).

Por lo tanto, podemos asegurar que para un nivel de confianza del 95%, un p de varianza máxima igual a 0.5, un q = 1-p = 0.5, y un error muestral del 7.3%, se tomó una muestra de 182 encuestados (n=182).

Cabe precisar que, las instituciones privadas y públicas consideradas en el presente estudio, son aquellas que cuentan con un área de desarrollo de software. Y la clasificación del *nivel de experiencia* se realizó de acuerdo a

los años de experiencia del analista o ingeniero de requisitos, considerando el siguiente rango de años: entre 1 y 2 años (Junior), entre 2 y 4 años (Semi sénior) y, más de 4 años (Sénior).

4.4.4 Selección de la muestra

La muestra fue seleccionada realizando las siguientes actividades:

- Revisión de las bases de datos de empresas que desarrollan software legalmente en el Perú o que tienen un área de desarrollo de software.
- Envío de una carta y correo electrónico al representante de la Asociación Peruana de Productores de Software (APESOPT), solicitando la participación en la encuesta a las empresas asociadas.
- Envío de cartas de invitación, solicitando la participación en la encuesta a, dos Instituciones privadas, a una institución pública y a cuatro Consultoras de Software.
- Envío de e-mails (adjuntando el link de la encuesta online) a estudiantes de últimos semestres académicos de las maestrías de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, solicitando la participación en la encuesta.
- Envío de e-mails (adjuntando el link de la encuesta online) a estudiantes de últimos semestres académicos de las escuelas de Ingeniería de Sistemas e Ingeniería de Software de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, solicitando la participación en la encuesta.
- Aplicación de la técnica de muestreo *bola de nieve* (De León, Pérez. & Boza, 2016), solicitando a cada persona que reciba la encuesta, remitirla a otras personas que tengan el mismo perfil (analista de sistemas o ingenieros de requisitos).

4.4.5 Recolección de datos

Se utilizó como instrumento de recolección de datos el *cuestionario*, elaborándose una encuesta online con Google Form (Survey Google Form, 2016), en base en el modelo conceptual propuesto (ver Figura 29). La encuesta fue aplicada a analistas de sistemas o ingenieros de requisitos que laboran en organizaciones que desarrollan software en el Perú, en el periodo de septiembre a diciembre de 2016.

El objetivo de la encuesta fue determinar la percepción de los analistas que capturan los requisitos, en relación a los factores que influyen en las actividades del proceso de elicitación de requisitos.

La encuesta fue estructurada en 3 secciones: (i) datos generales de la organización (7 preguntas), (ii) percepción de factores que influyen con las actividades de elicitación de requisitos (8 preguntas) y, (iii) percepción de actividades del proceso de elicitación que se relacionan con las cualidades de requisitos (9 preguntas), para este estudio solo se considera las 2 primeras secciones. Las preguntas de la sección 2 fueron evaluadas con la escala de Likert de acuerdo a una calificación de 5 valores (1: Nula, 2: Baja, 3: Media, 4: Alta, 5: Muy alta).

Luego de elaborar la encuesta, se realizó una prueba piloto para validar las preguntas, esta prueba fue realizada por 4 analistas sénior y un PhD, donde se revisó si las preguntas guardaba relación con las hipótesis planteadas, también se corrigió la redacción de las preguntas y el lenguaje utilizado.

Al inicio se obtuvo 190 encuestas, de los cuales se descartaron 8 por tener respuestas incongruentes, obteniéndose de este modo 182 encuestas válidas.

4.4.6 Confiabilidad de datos

Para estimar la fiabilidad del instrumento de medida, se ha utilizado el Alfa de Cronbach. Según Streiner (2003), cuanto más cerca se encuentre el valor del alfa a 1, mayor es la consistencia interna de los elementos analizados, y la validez de un instrumento es aceptable si tiene un valor por encima del 0.70.

4.4.7 Análisis e interpretación de datos

Para el análisis e interpretación de los datos, se realizó las siguientes actividades:

- 1) Revisión y depuración de los datos obtenidos con la finalidad de detectar errores y omisiones.
- 2) Análisis descriptivo de la población (Tabulación de datos, análisis de aspectos demográficos de la encuesta: tipo de organización, nivel de experiencia del encuestado, media, varianza, moda y la distribución de las respuestas de los encuestados).
- 3) Análisis de correspondencia entre los *factores* y *actividades*, esto a través, del Análisis de Correspondencia Simple (ACS) y del Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM).
- 4) Validación de resultados a través de la Prueba de hipótesis t-Student (para constatar las hipótesis planteadas).

4.5 Resultados y discusión

4.5.1 Confiabilidad de Datos

Según los resultados obtenidos con la herramienta estadística *R Studio*, se obtuvo un valor del alfa de Cronbach igual a 0.95, según los datos mostrados en la Figura 30.

Figura 30. Resultados de “R Studio” sobre la fiabilidad de los datos (Factores → Actividades)

Reliability analysis							
raw_alpha	std.alpha	G6(sm)	average_r	S/N	ase	mean	sd
0.95	0.95	0.98	0.3	20	0.005	4.5	0.34

Fuente. Elaborado por el autor

4.5.2 Análisis descriptivo de la población

En la Tabla 26, se observa la clasificación de las respuestas de los encuestados según el “tipo de organización” y el “nivel de experiencia”. Donde podemos observar que, el 52% de los encuestados provienen de empresas que desarrollan software, el 28% provienen de instituciones privadas y el 20 % de instituciones públicas y, el 82% de los encuestados tienen los niveles de experiencia “Sénior” y “Semi sénior”.

Tabla 26. Clasificación de los encuestados (Factores → Actividades)

Tipo de organización	Experiencia	Frecuencia (N=182)	Porcentaje
Compañía privada	Junior	6	51
	Semi sénior	25	28%
	Sénior	20	
Institución pública	Junior	3	36
	Semi sénior	25	20%
	Sénior	8	
Compañía de software	Junior	23	95
	Semi sénior	44	52%
	Sénior	28	

Fuente. Elaborado por el autor

Además, se ha calculado la “media”, “varianza” y “moda” de las respuestas de los encuestados sobre la percepción en la relación a los factores que influyen en las actividades del proceso de elicitación (ver Tabla 27), como se puede observar, el promedio de la media de la percepción de los encuestados es mayor a 4, esto quiere decir que los factores tienen una “Alta” influencia.

Tabla 27. Media, varianza y moda de las respuestas de encuestados
(Factores → Actividades)

#	Hipótesis	Media	Varianza	Moda
1	H1.1	4.31	0.35	4
2	H1.2	4.27	0.39	4
3	H1.3	4.26	0.46	4
4	H1.4	4.38	0.45	4
5	H2.4	4.75	0.23	5
6	H3.1	4.3	0.43	4
7	H3.2	4.29	0.47	4
8	H3.3	4.24	0.57	4
9	H3.4	4.66	0.4	5
10	H3.5	4.48	0.39	5
11	H3.7	4.34	0.44	4
12	H4.4	3.89	0.39	4
13	H4.6	4.02	0.47	4
14	H5.4	4.38	0.36	4
15	H6.4	4.67	0.44	5
16	H6.5	4.48	0.52	5
17	H7.6	4.26	0.55	4

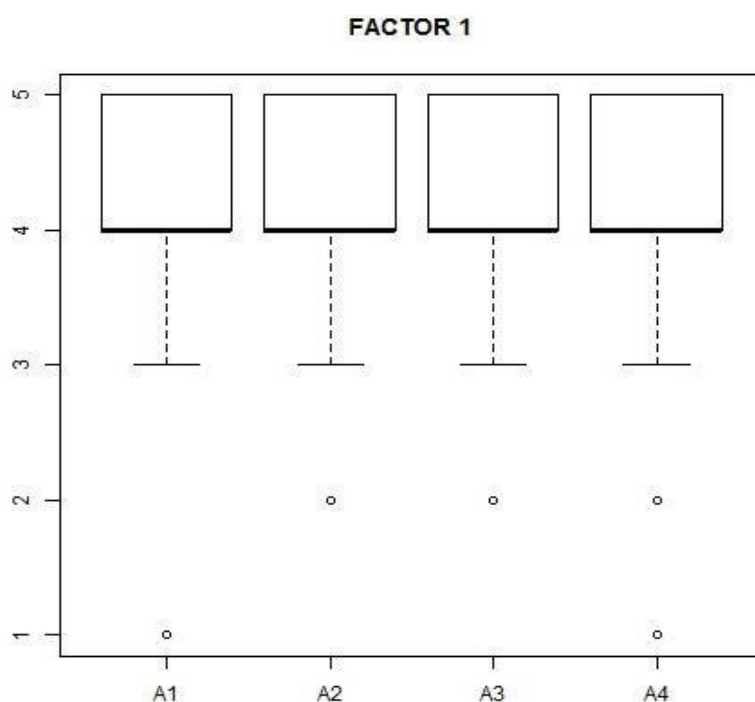
Fuente. Elaborado por el autor

Para el análisis descriptivo de la población, también se ha utilizado “boxplot”, que nos permite mostrar gráficamente cómo se distribuyen los datos. En la

las siguientes figuras se presentan los Boxplots relacionados a las respuestas de los encuestados respecto a la influencia de los “Factores” en las “Actividades”.

En la Figura 31 se observa que las calificación de los encuestados sobre la influencia del Factor “Capacidad de aprendizaje” (F1) y las actividades A1, A2, A3 y A4, tienen una mediana igual a 4 (“Alta”), y se distribuyen de la misma forma, es decir, el factor “Capacidad de aprendizaje” tiene una influencia “Alta” en las actividades “Adquisición del Conocimiento”, “Identificación de fuentes”, “Definición de técnica” e “Identificación de lista de deseos”. También se observan algunos outliers en las actividades A2, A3 y A4.

Figura 31. Boxplot (F1 → A1, A2, A3, A4)



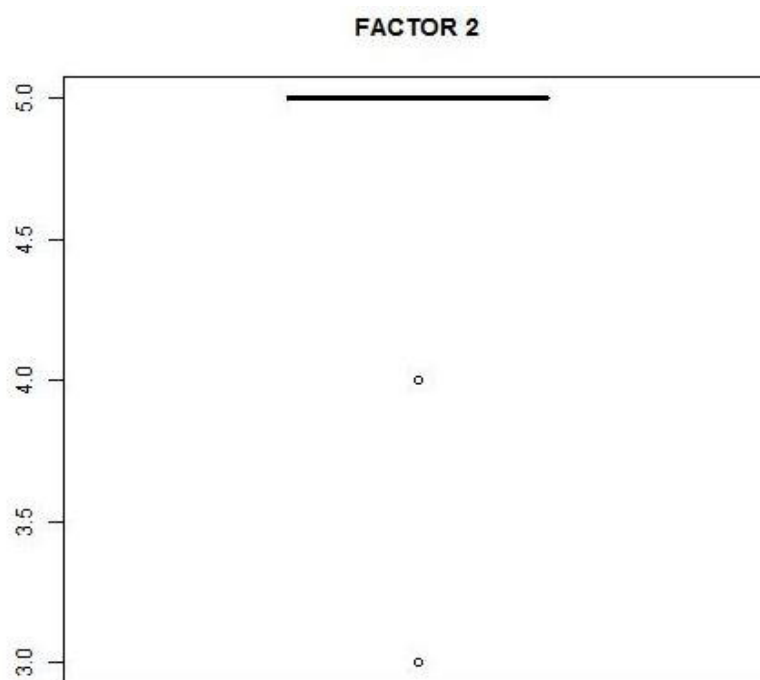
Fuente. Elaborado por el autor

En la Figura 32 se observa que las calificación de los encuestados sobre la influencia del Factor “Capacidad de negociación” (F2) y la actividad A4, tienen una mediana igual a 5 (“Muy alta”), es decir, el factor “Capacidad de

negociación” tiene una influencia “Muy alta” en la actividad “Identificación de fuentes”. También se observan algunos outliers.

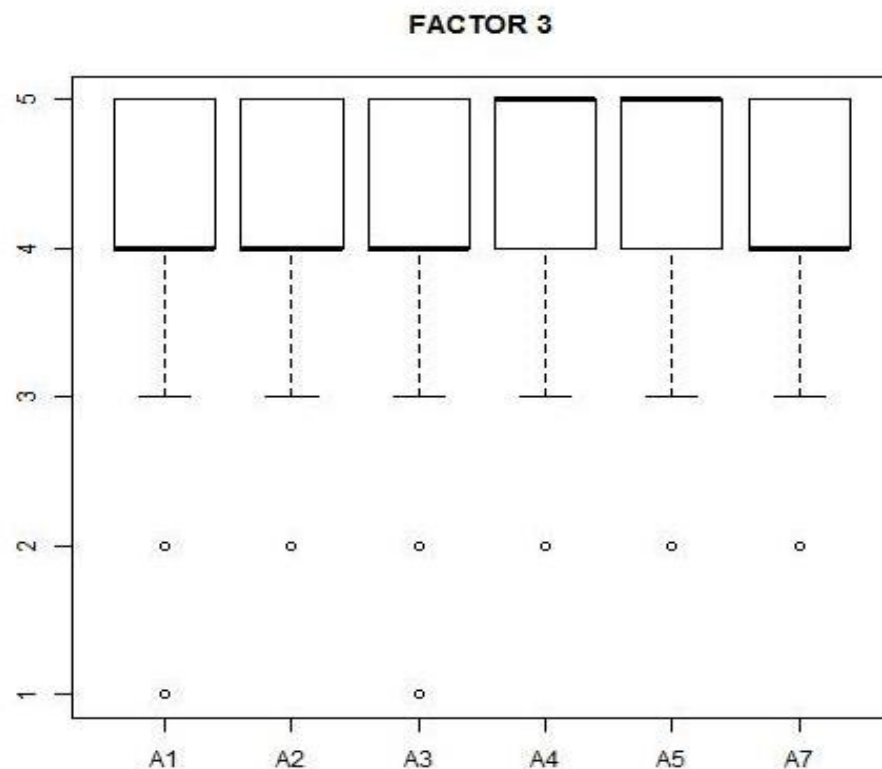
En la Figura 33 se observa que las calificación de los encuestados sobre la influencia del Factor “Personal estable” (F3) y las actividades A1, A2, A3, A4, A5 y A7, tienen una mediana entre 4 y 5 (“Alta” y “Muy alta”), y se distribuyen de la misma forma, es decir, el factor “Personal estable” tiene una influencia “Alta” y “Muy alta” en las actividades “Adquisición del Conocimiento”, “Identificación de fuentes”, “Definición de técnica”, “Identificación de lista de deseos”, “Integración de lista de deseos” y “Refinamiento”. También se observan algunos outliers en las actividades.

Figura 32. Boxplot (F2 → A4)



Fuente. Elaborado por el autor

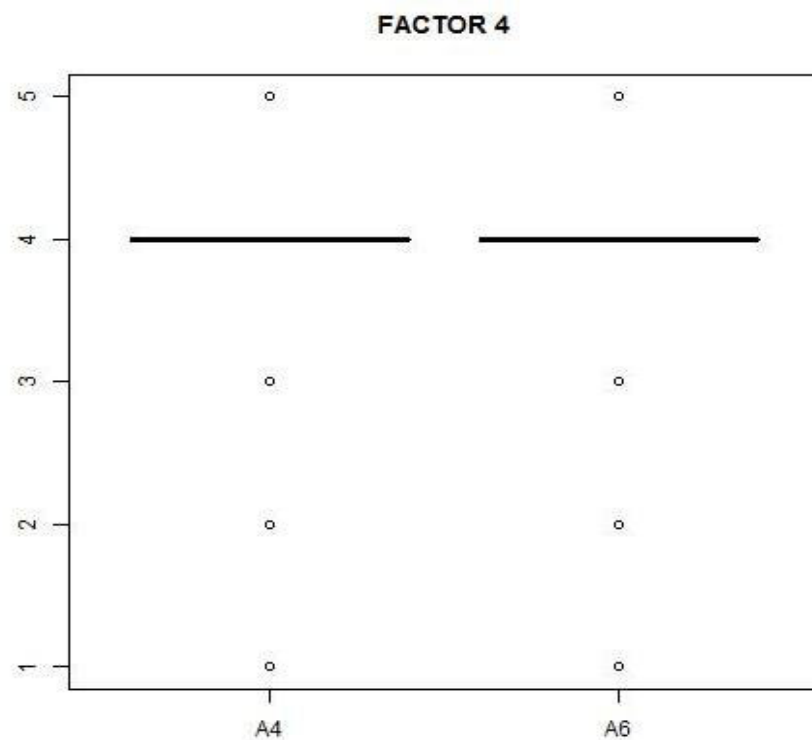
Figura 33. Boxplot (F3 → A1, A2, A3, A4, A5, A7)



Fuente. Elaborado por el autor

En la Figura 34 se observa que las calificación de los encuestados sobre la influencia del Factor “Utilidad percibida” (F4) y las actividades A4 y A6, tienen una mediana igual a 4 (“Alta”), y se distribuyen de la misma forma, es decir, el factor “Utilidad percibida” tiene una influencia “Alta” en las actividades “Identificación de lista de deseos” y “Documentación”. También se observan algunos outliers en las actividades.

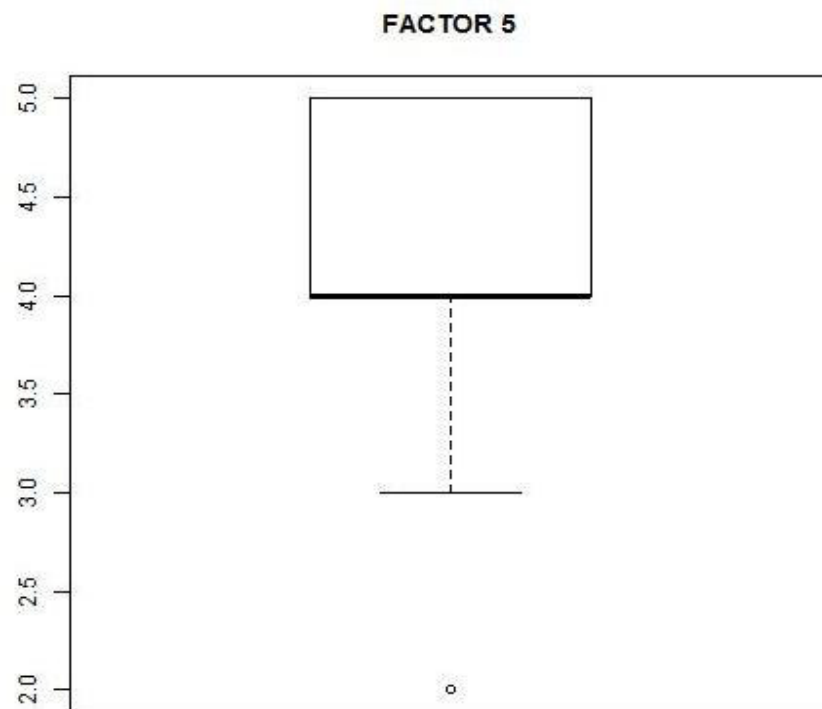
Figura 34. Boxplot (F4 → A4, A6)



Fuente. Elaborado por el autor

En la Figura 35 se observa que las calificación de los encuestados sobre la influencia del Factor “Confianza” (F5) y la actividad A4, tienen una mediana igual a 4 (“Alta”), es decir, el factor “Confianza” tiene una influencia “Alta” en la actividad “Identificación de lista de deseos” de los stakeholders. También se observan un outliers en la actividad.

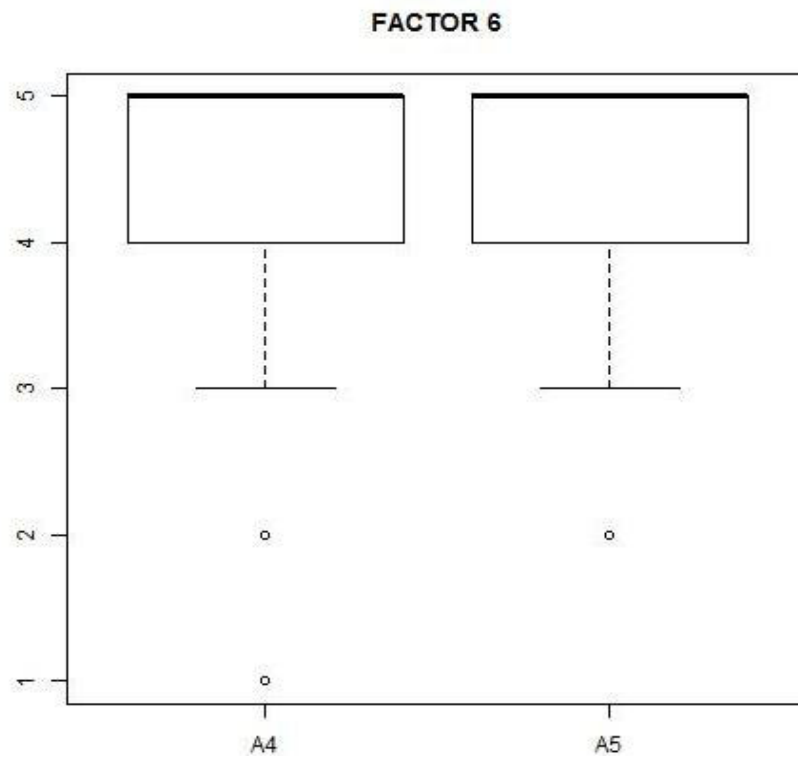
Figura 35. Boxplot (F5 → A4)



Fuente. Elaborado por el autor

En la Figura 36 se observa que las calificación de los encuestados sobre la influencia del Factor “Estrés” (F6) y las actividades A4 y A5, tienen una mediana igual a 5 (“Muy alta”), y se distribuyen de la misma forma, es decir, el factor “Estrés” tiene una influencia “Muy alta” en las actividades “Identificación de lista de deseos” e “Integración de lista de deseos”. También se observan algunos outliers en las actividades.

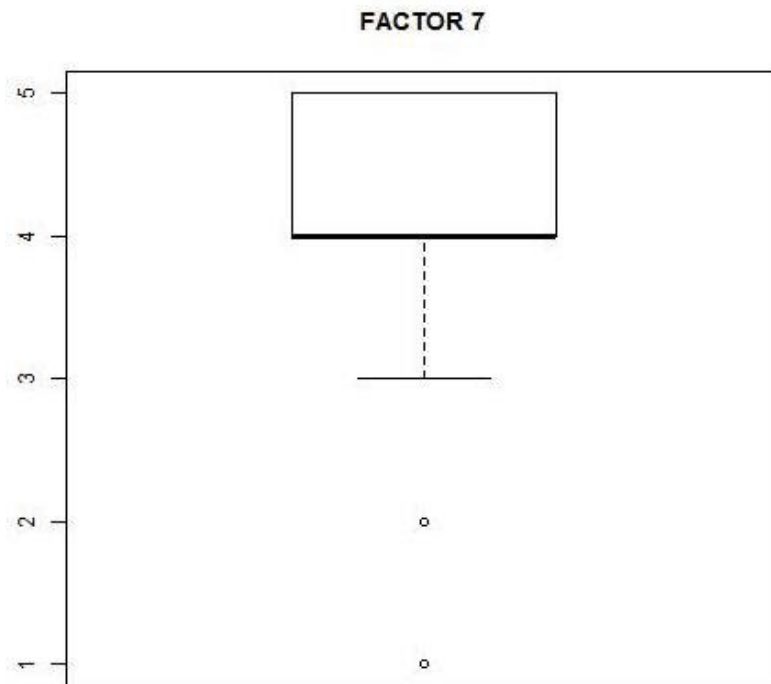
Figura 36. Boxplot (F6 → A4, A5)



Fuente. Elaborado por el autor

En la Figura 37 se observa que las calificación de los encuestados sobre la influencia del Factor “Semi-Autonómica” (F7) y la actividad A6, tienen una mediana igual a 4 (“Alta”), es decir, el factor “Semi-Autonómica” tiene una influencia “Alta” en la actividad “Documentación”. También se observan un outliers en la actividad.

Figura 37. Boxplot (F7 → A6)



Fuente. Elaborado por el autor

4.5.3 Análisis de correspondencia simple (ACS)

La finalidad de este análisis es saber el grado en que se asocia cada factor propuesto con cada actividad del proceso de elicitación de requisitos (*Factor* → *Actividad*) (Johnson & Wichern, 2014). En la Tabla 28 se muestra los valores propios (*eigenvalues*) para el cálculo del ACS entre los *factores* y *actividades*, donde se observa el valor asociado a la varianza (*value*) y el porcentaje de varianza para cada componente (*percentage*), y se observa que los dos primeros componentes pueden explicar el 82.85% de los datos de la muestra (57.67% +25.18%), por ello, se usó los componentes 1 y 2 (Dim1 y Dim2) y con estos valores se construyó las tablas de inercias que se muestran en las Tablas 29 y 30.

Tabla 28. Eigenvalues para el ACS entre (Factores → Actividades)

Component	1	2	3	4	5	6
Value	0.866	0.378	0.199	0.0589	0.000	0.000
Percentage	57.67%	25.18%	13.24%	3.92%	0%	0%

Fuente. Elaborado por el autor

Para representar gráficamente (mediante plot) la asociación de los factores con las actividades, se construyó las tablas de inercia: filas (actividades) y columnas (factores) que se muestra en las Tablas 29 y 30. En la Tabla 29, se observa el grado de contribución de cada actividad a cada uno de los componentes (Dim1 y Dim2), con qué componente se relaciona más cada actividad, la frecuencia total de cada punto (Mass), el valor de la distribución chi cuadrado (ChiDist) y el valor de inercia (inertia).

Tabla 29. Tabla de inercia de “Actividades”

Actividad	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Mass	0.097	0.097	0.099	0.426	0.147	0.079	0.056
ChiDist	0.938	0.922	0.946	0.659	1.081	3.178	1.293
Inertia	0.086	0.083	0.088	0.185	0.171	0.794	0.093
Dim.1	-0.376	-0.376	-0.376	-0.206	-0.339	3.412	-0.376
Dim.2	1.374	1.360	1.381	-0.896	-0.612	0.229	0.918

Fuente. Elaborado por el autor

De igual manera, en la Tabla 30, se observa el grado de contribución de cada factor a cada uno de los componentes y con qué componente se relaciona más cada factor.

Tabla 30. Tabla de inercia de “Factores”

Factor	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Mass	0.201	0.101	0.374	0.043	0.057	0.173	0.052
ChiDist	0.948	1.162	0.598	2.101	1.162	1.025	3.422
Inertia	0.181	0.136	0.134	0.189	0.076	0.182	0.603
Dim.1	-0.350	-0.221	-0.350	2.241	-0.221	-0.284	3.667
Dim.2	1.141	-1.458	0.564	-0.299	-1.458	-1.257	0.373

Fuente. Elaborado por el autor

Tomando los datos de las tablas de inercia (Tablas 29 y 30), se diseñó la gráfica con plot (Figura 38), donde se está considerando la relación (*Factor* → *Actividad*) con el *valor 1* (si influye), cuando la calificación de los encuestados es “*igual o mayor 4*” y, en caso contrario, el *valor 0* (no influye). En este gráfico se observa, de manera visual, qué factores (triángulos rojos) se relacionan con las actividades (puntos en azul), es decir, cuanto más cercanos estén dos puntos significa que están más relacionados.

En la Figura 38, observamos lo siguientes relaciones simples de cada factor:

- i) Capacidad de aprendizaje: (F1, A1) (F1, A2), (F1, A3) y (F1, A4)
- ii) Capacidad de negociación: (F2, A4)
- iii) Personal estable: (F3, A1) (F3, A2), (F3, A3), (F3, A4), (F3, A5) y (F3, A7)
- iv) Utilidad percibida: (F4, A6) y (F4, A4)
- v) Confianza: (F5, A4)
- vi) Estrés: (F6, A4), (F6, A5 y
- vii) Semi-Autonómica: (F7, A6).

Figura 38. ACS entre (Factores → Actividades)

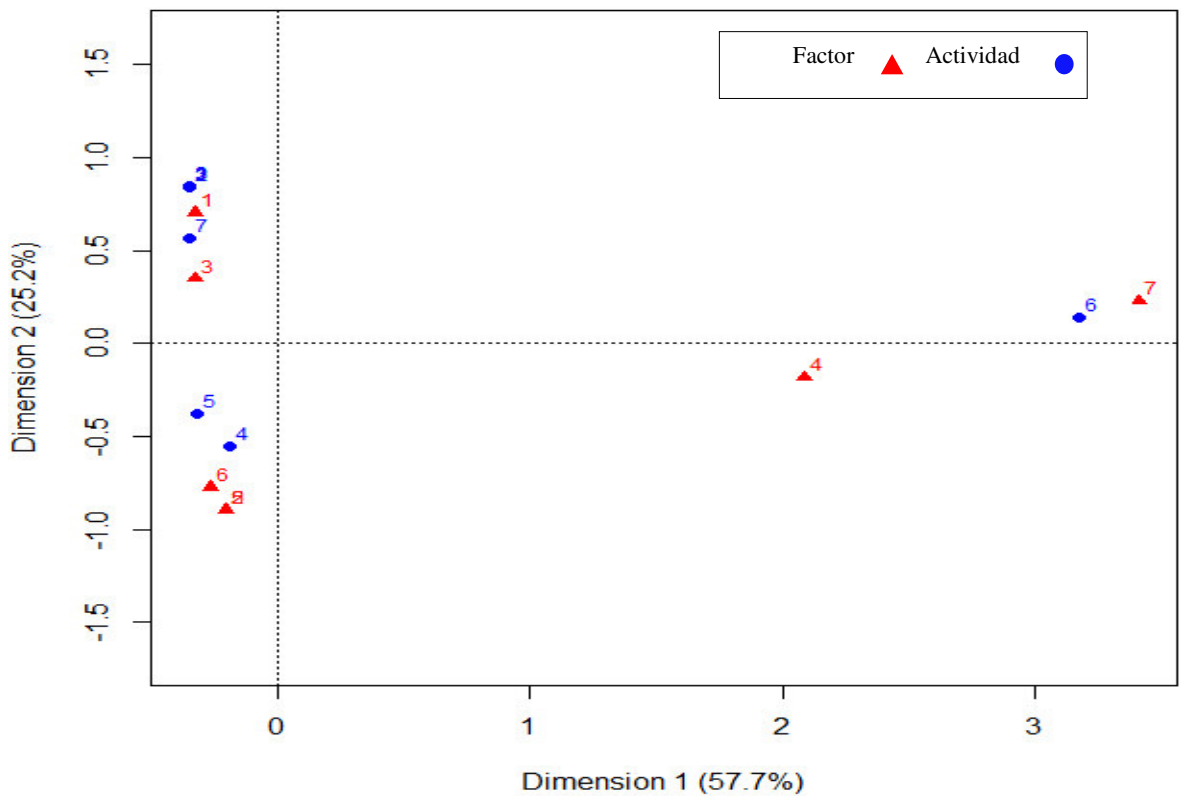


Tabla 31. Relaciones del ACM entre (Factores → Actividades)

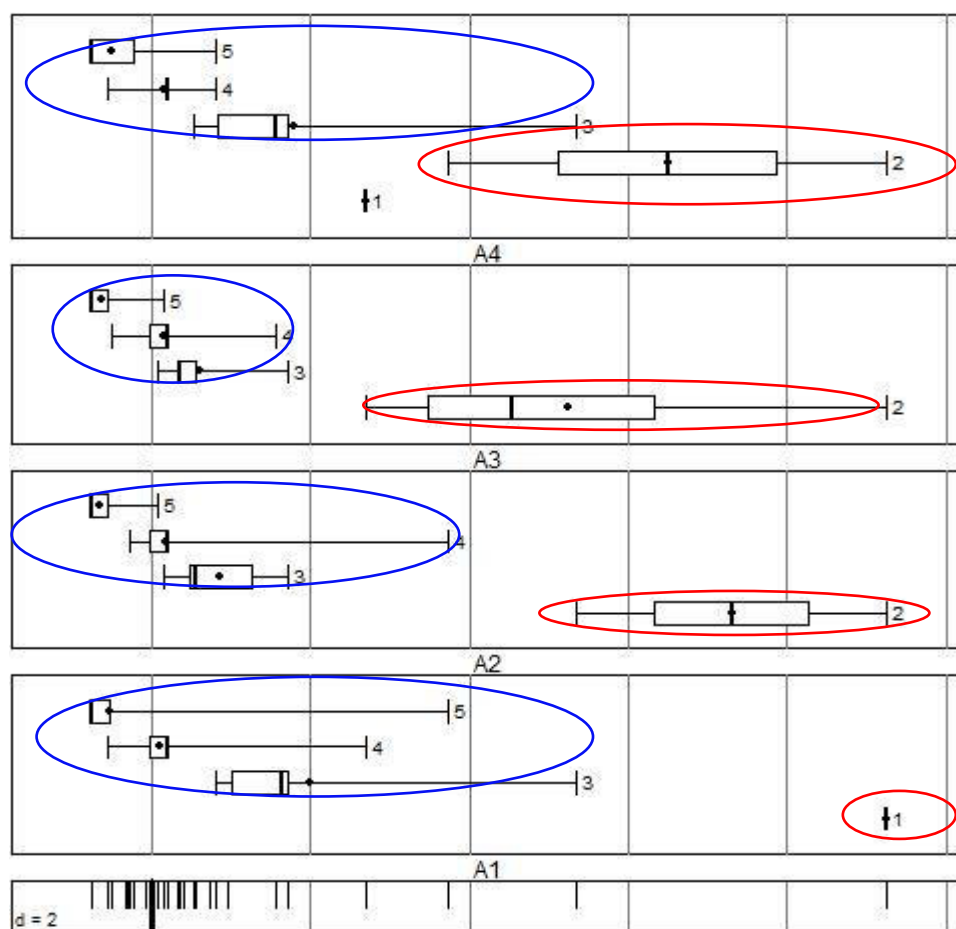
Factores		Actividades
F1	→	A1, A2, A3, A4
F3	→	A1, A2, A3, A4, A5, A7
F4	→	A4, A6
F6	→	A4, A5

Fuente. Elaborado por el autor

4.5.4.1 Influencia del Factor “Capacidad de aprendizaje” (F1 → A1, A2, A3, A4)

La Figura 39 muestra la distribución de las calificaciones de los encuestados sobre la percepción del nivel de influencia del factor *capacidad de aprendizaje* (F1) en las actividades: *Adquisición del conocimiento* (A1), *Identificación de fuentes* (A2), *Definición de técnica* (A3) e *Identificación de lista de deseos* (A4), en el primer eje factorial mediante boxplot. Y se observa que estas calificaciones se separan en dos grupos: (i) grupo azul: calificaciones “Muy altas”, “Altas” y “Medias” (5,4, 3) y, (ii) grupo rojo: calificaciones “Bajas” y “Nulas” (2,1).

Figura 39. Distribución de calificaciones de la influencia (F1 → A1, A2, A3, A4)



Fuente. Elaborado por el autor

La percepción de los encuestados del nivel de influencia del factor *capacidad de aprendizaje (F1)*, sobre las actividades *Adquisición del conocimiento (A1)*, *Identificación de fuentes (A2)*, *Definición de técnica (A3)* e *Identificación de lista de deseos (A4)*, en promedio, alcanzan el 93.5% para las calificaciones 4 y 5 (“Alta” y “Muy alta”) influencia, como se observa en la Tabla 32.

Tabla 32. Percepción de encuestados sobre el nivel de Influencia entre (F1 → A1, A2, A3 A4)

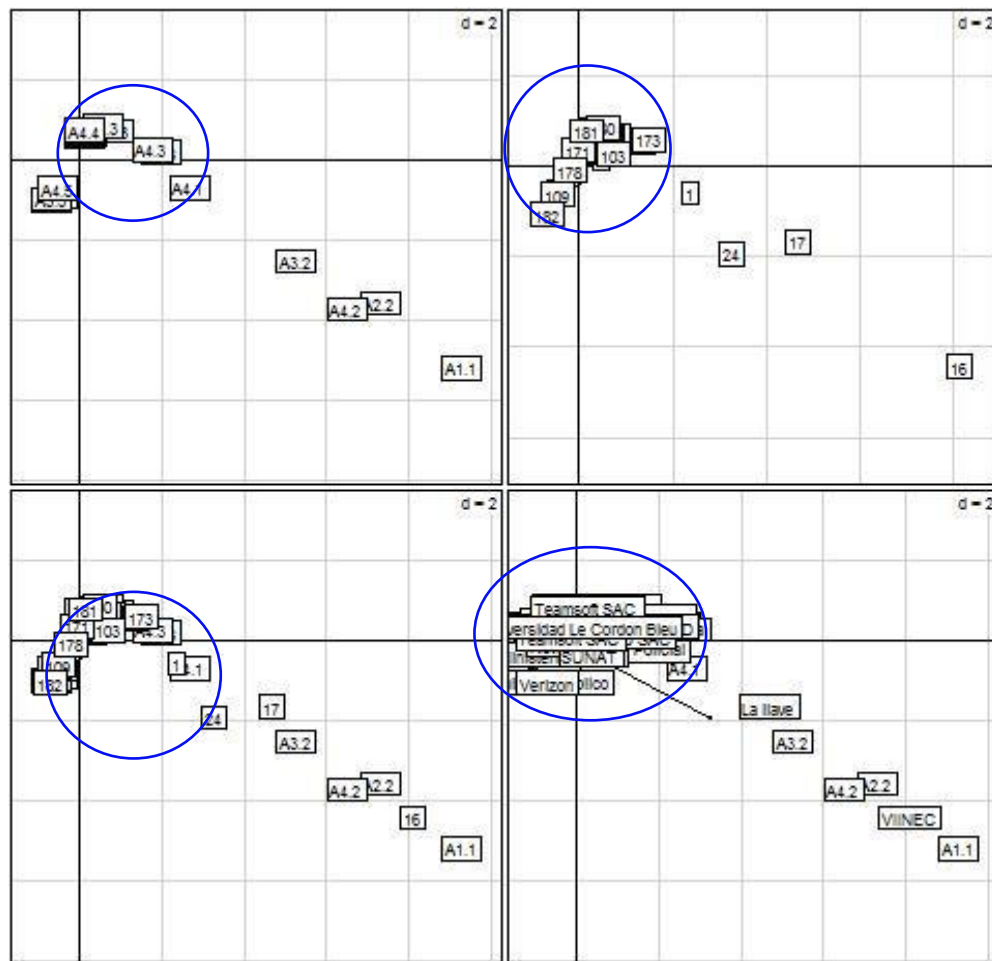
Relación	Calificación				
	1	2	3	4	5
H1.1	0.01	0.00	0.03	0.60	0.36
H1.2	0.00	0.01	0.06	0.58	0.35
H1.3	0.00	0.02	0.07	0.54	0.37
H1.4	0.01	0.01	0.04	0.49	0.45

Fuente. Elaborado por el autor

Se ha determinado los vectores propios, su posición en el gráfico (coordenadas de las columnas), su contribución a cada componente, la calidad de representantes por columna y en porcentaje, para identificar el análisis de correspondencia múltiple (ACM) entre el factor F1 y las actividades A1, A2, A3 y A4 (ver *Anexo B.1*).

Y para representar estos valores gráficamente se presente el primer plano factorial del ACM (Figura 40), donde se observa: las calificaciones de todas las actividades (superior-izquierda) respecto al factor F1, los 182 encuestados (superior-derecha), las calificaciones y los encuestados simultáneamente (inferior-izquierda) y la proyección de las empresas superpuesta con las calificaciones (inferior-derecha). Donde se pueden leer las principales asociaciones: encontramos las calificaciones 5, 4, 3 de todas las actividades (A1,A2,A3,A4) que están fuertemente asociadas (superior-izquierda), los encuestados indican que estas actividades influyen en el factor F1 (inferior-izquierda) y, por último, se ve que las empresas indican que estas actividades influyen en el Factor F1 (inferior-derecha).

Figura 40. Plano factorial del ACM ($F1 \rightarrow A1, A2, A3, A4$)

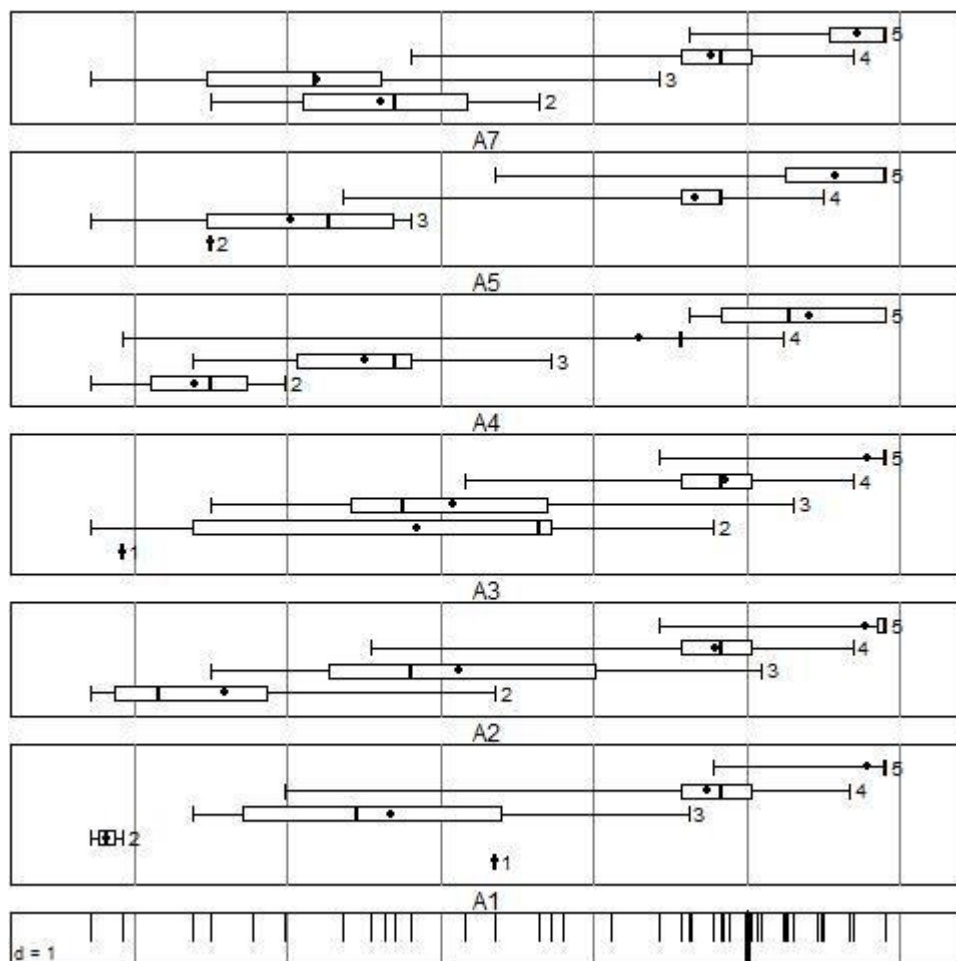


Fuente. Elaborado por el autor

4.5.4.2 Influencia del Factor “Personal estable” ($F3 \rightarrow A1, A2, A3, A4, A5, A7$)

La Figura 41 muestra la distribución de las calificaciones de los encuestados sobre la percepción del nivel de influencia del factor *Personal estable* ($F3$) en las actividades: *Adquisición del conocimiento* ($A1$), *Identificación de fuentes* ($A2$), *Definición de técnica* ($A3$), *Identificación de lista de deseos* ($A4$), *Integración de lista de deseos* ($A5$) y *Refinamiento* ($A7$), en el primer eje factorial mediante boxplot. Y se observa que a diferencia del factor anterior, las calificaciones no están separadas en grupos, sino que se encuentran ordenadas de una forma escalonada.

Figura 41. Distribución de calificaciones de la influencia (F3 → A1, A2, A3, A4, A5, A7)



Fuente. Elaborado por el autor

De igual manera, en la Tabla 33, se observa la percepción de los encuestados del nivel de influencia del factor *estabilidad del personal* (F3), sobre las actividades *Adquisición del conocimiento* (A1), *Identificación de fuentes* (A2), *Definición de técnica* (A3), *Identificación de lista de deseos* (A4), *Integración de lista de deseos* (A5) y *Refinamiento* (A7) en promedio, alcanzan el 92.33% para las calificaciones 4 y 5 (“Alta” y “Muy alta”) influencia.

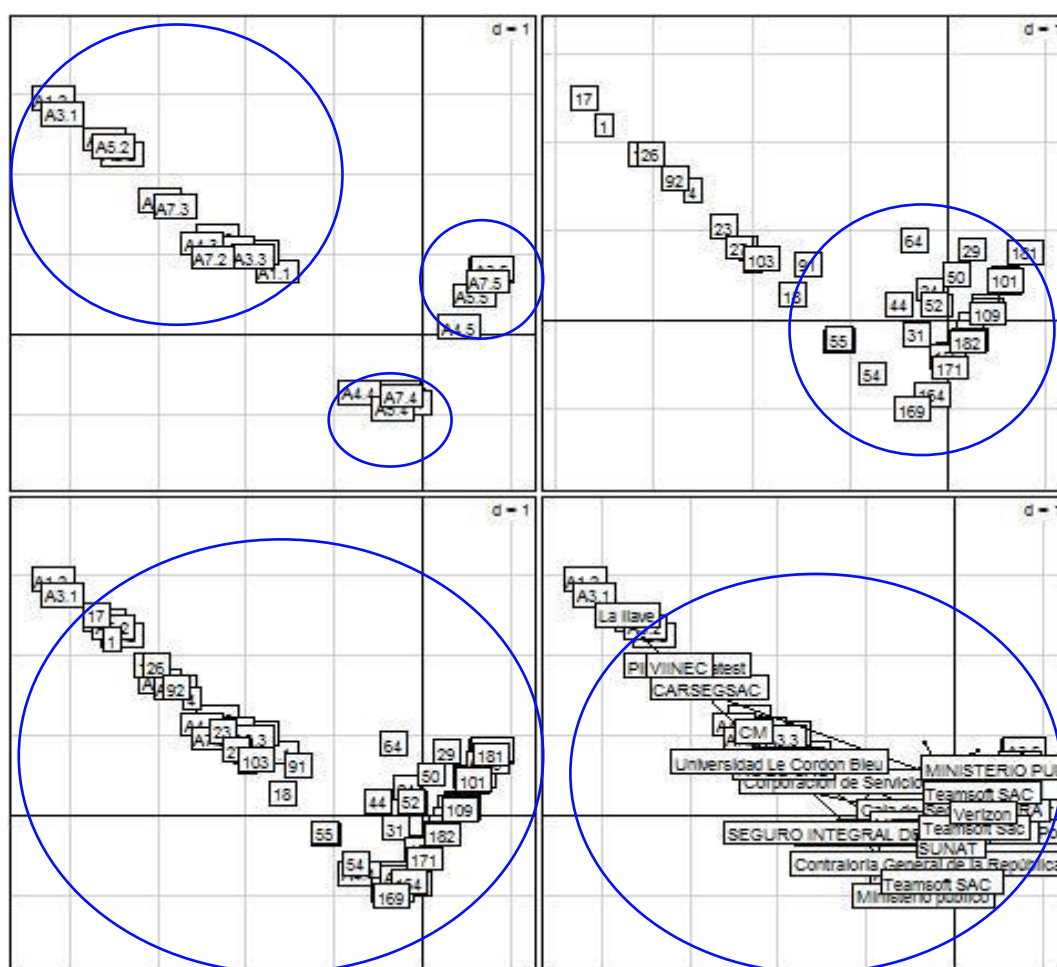
Tabla 33. Percepción de encuestados sobre el nivel de influencia entre (F3 → A1, A2, A3, A4, A5, A7)

Relación	Calificación				
	1	2	3	4	5
H3.1	0.01	0.01	0.04	0.56	0.38
H3.2	0.00	0.02	0.07	0.52	0.39
H3.3	0.01	0.03	0.08	0.50	0.38
H3.4	0.00	0.02	0.04	0.20	0.74
H3.5	0.00	0.01	0.05	0.40	0.54
H3.7	0.00	0.02	0.05	0.50	0.43

Fuente. Elaborado por el autor

También se ha determinado los vectores propios, su posición en el gráfico, su contribución a cada componente, la calidad de representantes por columna y en porcentaje, para identificar el análisis de correspondencia múltiple (ACM) entre el factor F3 y las actividades A1,A2,A3,A4,A5 y A7 (ver *Anexo B.2*). Y se presentan estos valores gráficamente (ver Figura 42), a través del primer plano factorial del ACM: las calificaciones de todas las actividades (superior-izquierda) respecto al factor F3, los 182 encuestados (superior-derecha), las calificaciones y los encuestados simultáneamente (inferior-izquierda) y la proyección de las empresas superpuesta con las calificaciones (inferior-derecha). Donde se pueden leer las principales asociaciones: encontramos que las calificaciones con las 6 actividades (A1, A2, A3, A4, A5, A7) se dividen en 3 grupos: (i) Calificaciones 5, (ii) Calificaciones 4 y, (iii) Calificaciones 1, 2 y 3 (superior-izquierda), los encuestados se distribuyen en todas las calificaciones (inferior-izquierda) y, por último, se ve que las empresas indican que estas actividades influyen en el Factor F3 (inferior-derecha).

Figura 42. Plano factorial del ACM (F3 → A1, A2, A3, A4, A5, A7)

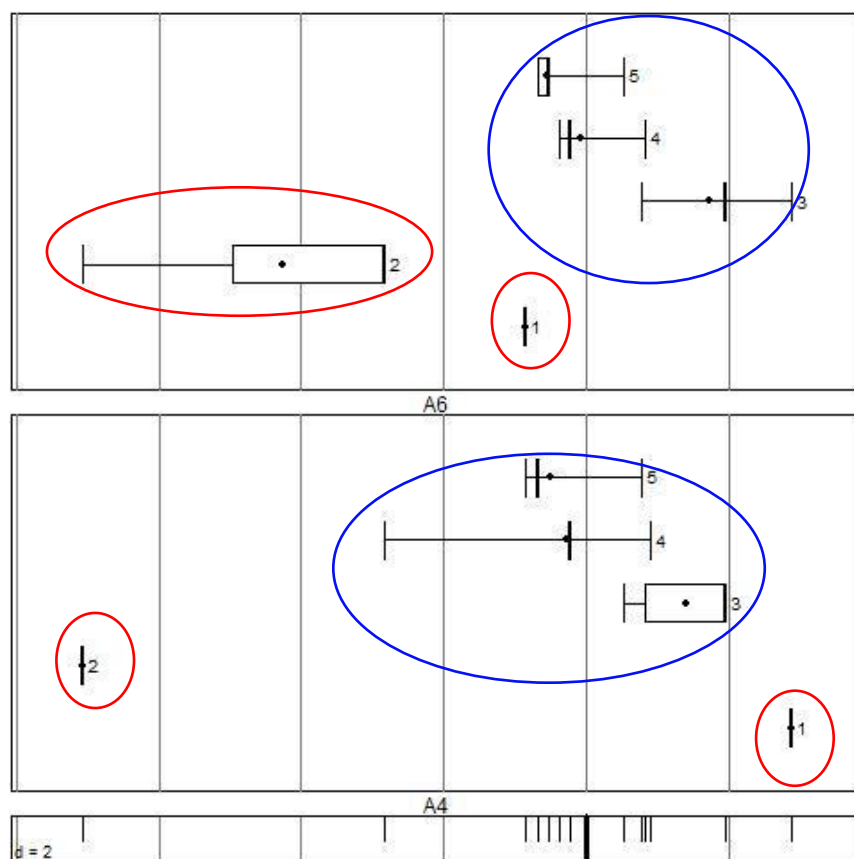


Fuente. Elaborado por el autor

4.5.4.3 Influencia del Factor “Utilidad percibida” (F4 → A4, A6)

La Figura 43 muestra la distribución de las calificaciones de los encuestados sobre la percepción del nivel de influencia del factor *Utilidad percibida* (F4) en las actividades: *Identificación de lista de deseos* (A4) y *Documentación* (A6), en el primer eje factorial mediante boxplot. Y se observa que las calificaciones 3, 4 y 5 se agrupan en ambas actividades (A4 y A6).

Figura 43. Distribución de calificaciones de la influencia (F4 → A4, A6)



Fuente. Elaborado por el autor

En la Tabla 34, se observa la percepción de los encuestados del nivel de influencia del factor *utilidad percibida* (F4) sobre las actividades *Identificación de lista de deseos* (A4) y *Documentación* (A6), en promedio, alcanzan el 81% para las calificaciones 4 y 5 (“Alta” y “Muy alta”) influencia.

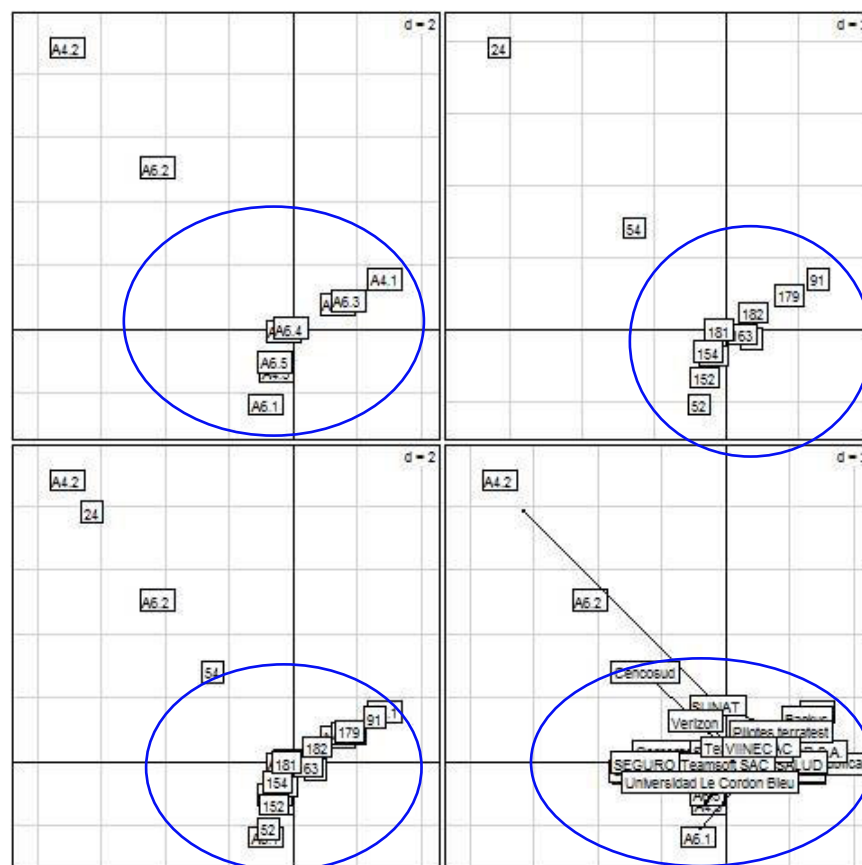
Tabla 34. Percepción de encuestados sobre el nivel de influencia (F4 → A4, A6)

Relación	Calificación				
	1	2	3	4	5
H4.4	0.01	0.01	0.20	0.66	0.12
H4.6	0.01	0.02	0.13	0.63	0.21

Fuente. Elaborado por el autor

También se ha determinado los vectores propios, su posición en el gráfico, su contribución a cada componente, la calidad de representantes por columna y en porcentaje, para identificar el análisis de correspondencia múltiple (ACM) entre el factor F4 y las actividades A4 y A6 (ver Anexo B.3). Y se presentan estos valores gráficamente (ver Figura 44), a través del primer plano factorial del ACM: las calificaciones de todas las actividades (superior-izquierda) respecto al factor F4, los 182 encuestados (superior-derecha), las calificaciones y los encuestados simultáneamente (inferior-izquierda) y la proyección de las empresas superpuesta con las calificaciones (inferior-derecha).

Figura 44. Plano factorial del ACM (F4 → A4, A6)



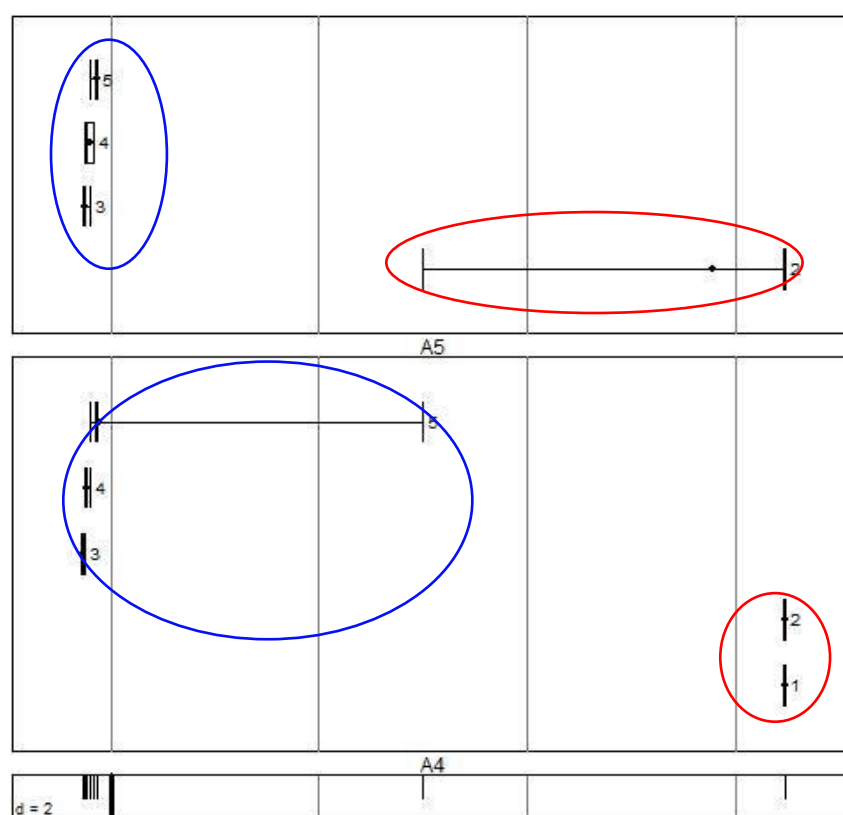
Fuente. Elaborado por el autor

Donde se pueden leer las principales asociaciones: que las calificaciones de las actividades A4 y A6 con el factor F4 se dividen en 2 grupos: (i) calificaciones 1, 3, 4 y 5 y, (ii) calificaciones 2 (superior-izquierda). Los encuestados se concentran principalmente en las calificaciones 5,4 y 3 por lo que se indica claramente que estas actividades influyen en el factor F4 (inferior-izquierda) y, por último se ve el mismo comportamiento en las empresas para el Factor F4 (inferior-derecha).

4.5.4.4 Influencia del factor “Estrés” ($F6 \rightarrow A4, A5$)

La Figura 45 muestra la distribución de las calificaciones de los encuestados sobre la percepción del nivel de influencia del factor *Estrés* ($F6$) en las actividades: *Identificación de lista de deseos* ($A4$) e *Integración de lista de deseos* ($A5$), en el primer eje factorial mediante boxplot. Y se observa dos grupos en las calificaciones: i) calificaciones 3,4 y 5 y ii) calificaciones 1 y 2 para ambas actividades ($A4, A5$).

Figura 45. Distribución de calificaciones de la influencia ($F6 \rightarrow A4, A5$)



Fuente. Elaborado por el autor

La Tabla 35 muestra la percepción de los encuestados del nivel de influencia del factor *stress* (F6) sobre las actividades *Identificación de lista de deseos* (A4) e *Integración de lista de deseos* (A5), en promedio, alcanzan el 93% para las calificaciones 4 y 5 (“Alta” y “Muy alta”) influencia.

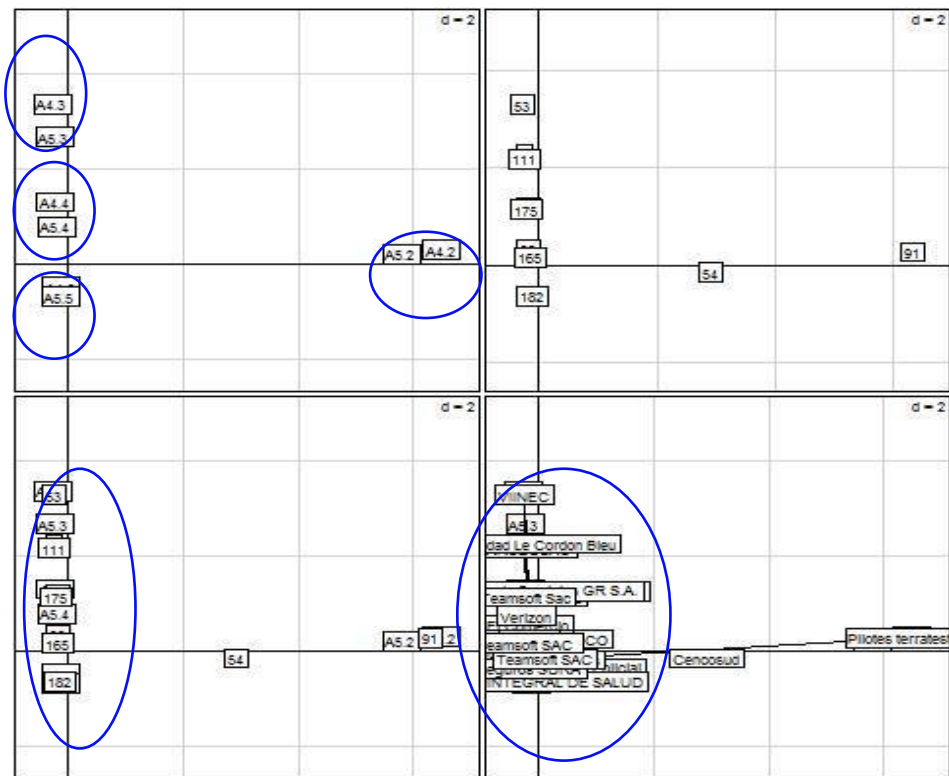
Tabla 35. Percepción de encuestados sobre el nivel de influencia (F6 → A4, A5)

Relación	Calificación				
	1	2	3	4	5
H6.4	0.01	0.02	0.03	0.20	0.74
H6.5	0.00	0.03	0.05	0.34	0.58

Fuente. Elaborado por el autor

También se ha determinado los vectores propios, su posición en el gráfico, su contribución a cada componente, la calidad de representantes por columna y en porcentaje, para identificar el análisis de correspondencia múltiple (ACM) entre el factor F6 y las actividades A4 y A5 (ver *Anexo B.4*). Y se presentan estos valores gráficamente (ver Figura 46), a través del primer plano factorial del ACM: las calificaciones de todas las actividades (superior-izquierda) respecto al factor F6, los 182 encuestados (superior-derecha), las calificaciones y los encuestados simultáneamente (inferior-izquierda) y la proyección de las empresas superpuesta con las calificaciones (inferior-derecha). Donde se pueden leer las principales asociaciones: las actividades se agrupan por las cuatro calificaciones (2, 3, 4, y 5) (superior-izquierda). Los encuestados se concentran principalmente en las calificaciones 5,4 y 3 por lo que se indica claramente que estas actividades influyen en el factor F6 (inferior-izquierda) y, por último se ve el mismo comportamiento en las empresas para el Factor F6 (inferior-derecha).

Figura 46. Plano factorial del ACM (F6 → A4, A5)



Fuente. Elaborado por el autor

4.5.5 Prueba de hipótesis (T-Sudent)

En esta sección, se ha aplicado la distribución T-Student (Mcmullen, 1939) con la finalidad de constatar las hipótesis planteadas. Para ello, primero se ha formulado la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_a). Donde la hipótesis alternativa ha planteado matemáticamente lo que queremos demostrar y la hipótesis nula H_0 plantea exactamente lo contrario. La hipótesis alternativa H_a será la que se acepta si se rechaza H_0 y viceversa. Para ello, se definió la hipótesis nula H_0 y la hipótesis alternativa H_a con las siguientes reglas de decisión:

- $H_0 = \mu < 4$ (Los encuestados opinan que el grado de influencia del factor sobre la actividad es menor a 4)
- $H_a = \mu \geq 4$ (Los encuestados opinan que el grado de influencia del factor sobre la actividad es mayor o igual a 4).

Se ha considerado a $\mu \geq 4$ porque las calificaciones 4 y 5 corresponde a “Alta” y “Muy alta” influencia, según la escala de calificación que se encuentra en el cuestionario planteado (ver Anexo A.1).

Para aceptar o rechazar la hipótesis nula H_0 , se calculó la probabilidad de error (p-value), por medio de Eq. (2) propuesto por Gosset (Mcmullen, 1939). El valor del nivel de significancia (α) para este estudio es de 0.05. Si la probabilidad de error (p-value) es mayor que el nivel de significancia (α), se acepta la hipótesis nula H_0 y, por consiguiente, se rechaza la hipótesis alternativa H_a . Y si la probabilidad de error (p-value) es menor que el nivel de significancia (α), se rechaza la hipótesis nula H_0 y, por consiguiente, se acepta la hipótesis alternativa H_a .

$$t = (\bar{X} - \mu) / (s / \sqrt{n}) \quad (2)$$

Donde “ \bar{X} ” es la media de la muestra, “ μ ” es la media especificada en la hipótesis nula a analizar, “s” es la desviación estándar de la muestra y “n” es el tamaño de la muestra.

La Tabla 36 muestra los resultados de la prueba de hipótesis T-Student que se ha realizado a las hipótesis planteadas entre *factores* y *actividades* de acuerdo a la Eq. (2). Donde se muestra las hipótesis, el valor calculado de t, el grado de libertad (df), la probabilidad de error (p-value), el porcentaje de *confianza*, los valores estimados mínimo y máximo de la *media* y la *aceptación o rechazo* de la hipótesis nula H_a .

Donde se observa que, en la mayoría de los casos (H.1.1, H.1.2, H.1.3, H.1.4, H.2.4, H.3.1, H.3.2, H.3.3, H.3.4, H.3.5, H.3.7, H.5.4, H.6.4, H6.5 y H7.6), el valor de la probabilidad de error (p-value) es menor a 0.05 ($p < 0.05$), entonces se acepta la hipótesis alternativa H_a , por lo que podemos afirmar con un 95% de confianza que la media de la opinión de los encuestados es mayor a 4, esto quiere decir, que los factores tienen una

“alta influencia” en las actividades del proceso de elicitación. También se observa que las hipótesis H4.4 y H4.6 no han sido soportadas ($p>0.05$) porque al 95% de confianza la *Utilidad percibida (F4)* tiene una “mediana” influencia en las actividades *Identificación de lista de deseos (A4)* y *Documentación (A6)*.

Tabla 36. Prueba de hipótesis t-Students (Factores → Actividades)

#	Hipótesis	t	Df	p-value	Confianza (%)	Media estimada		Soportado
						Min	Max	
1	H1.1	7.1532	181	1.02E-11	95	4.2408	4.313187	SI
2	H1.2	5.8485	181	1.14E-08	95	4.193122	4.269231	SI
3	H1.3	5.2434	181	2.18E-07	95	4.180577	4.263736	SI
4	H1.4	7.6531	181	5.64E-13	95	4.297219	4.379121	SI
5	H2.4	21.113	181	< 2.2e-16	95	4.693802	4.752747	SI
6	H3.1	6.1954	181	1.91E-09	95	4.221552	4.302198	SI
7	H.3.2	5.62	181	3.56E-08	95	4.201661	4.285714	SI
8	H.3.3	4.2285	181	1.86E-05	95	4.143887	4.236264	SI
9	H.3.4	14.166	181	< 2.2e-16	95	4.587244	4.664835	SI
10	H.3.5	10.267	181	< 2.2e-16	95	4.401044	4.478022	SI
11	H.3.7	6.9617	181	2.99E-11	95	4.259757	4.340659	SI
12	H.4.4	-2.3873	181	0.99100	95	3.814005	3.890110	NO
13	H.4.6	0.32459	181	0.37290	95	3.932525	4.016484	NO
14	H.5.4	8.6534	181	1.33E-15	95	4.311131	4.384615	SI
15	H.6.4	13.584	181	< 2.2e-16	95	4.588743	4.670330	SI
16	H.6.5	8.9768	181	< 2.2e-16	95	4.389980	4.478020	SI
17	H.7.6	4.8027	181	1.64E-06	95	4.172945	4.263736	SI

Fuente. Elaborado por el autor

4.5.6 Discusión

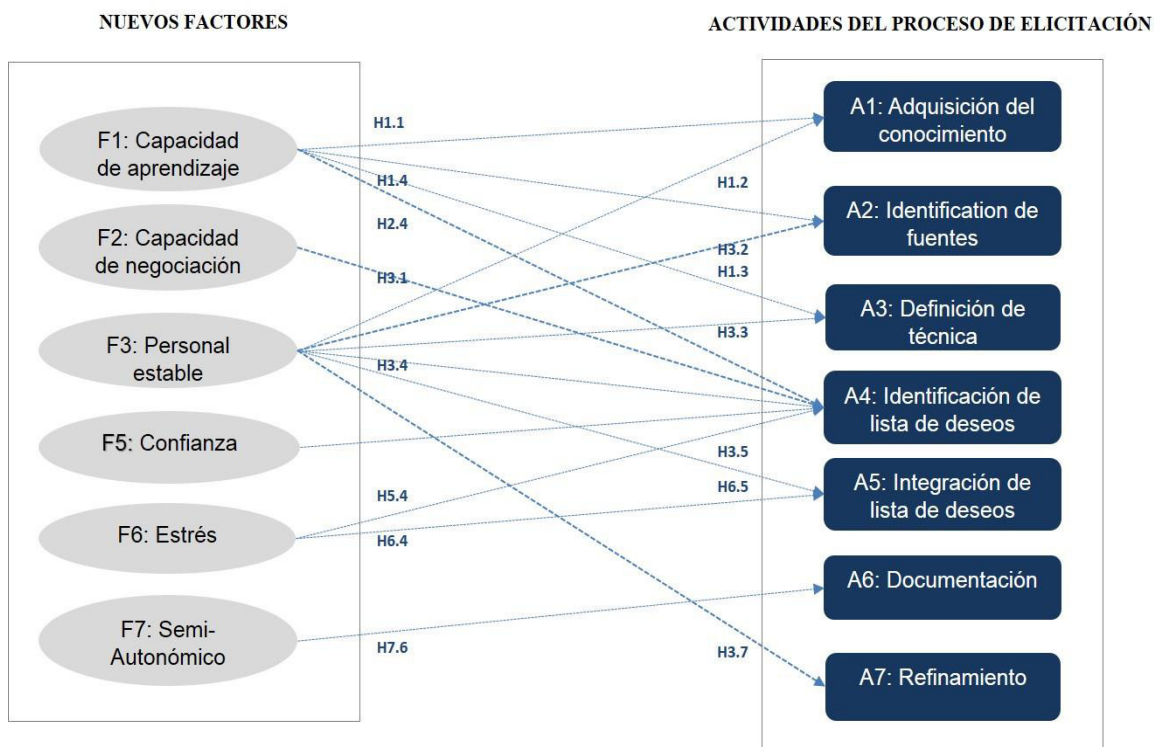
Los resultados del Análisis de Correspondencia Simple (ACS) sobre las 17 hipótesis planteadas *Factor* → *Actividad* (ver Tabla 23), evidencia que todos los factores tienen una relación entre “alta” y “muy alta” influencia, explicados

al 82.85% de datos de la muestra. Los resultados también muestran, del Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM) entre *Factores* ↔ *Actividades* (ver Tabla 31), que todos los factores tienen una influencia entre “alta” y “muy alta” con las actividades del proceso de elicitación de requisitos, con un promedio del 89.96% de respuestas de encuestados, siendo la influencia más fuerte ($F1 \leftrightarrow A1, A2, A3 \text{ y } A4$) con el 93.50% (ver Tabla 32), esto quiere decir que el factor *Capacidad de aprendizaje* ($F1$) tiene una influencia entre “alta” y “muy alta” en las actividades del proceso de elicitación de requisitos: *Adquisición del conocimiento* ($A1$), *Identificación de fuentes* ($A2$), *Definición de técnica* ($A3$) e *Identificación de lista de deseos* ($A4$).

La prueba de hipótesis (ver Tabla 36) confirma 15 relaciones de 17 hipótesis, siendo las siguientes las hipótesis rechazadas: $H4.4$ (*Utilidad percibida* → *Identificación de lista de deseos*) y $H4.6$ (*Utilidad percibida* → *Documentación*), esto se debe porque en la prueba de hipótesis se ha considerado la calificación promedio de “Alta influencia” ($\mu = 4$), siendo esta muy exigente, pero, si se hubiera segmentado el espacio de calificación $[1,5]$ en segmentos equidistantes, la calificación 4 (“Alta influencia”) correspondería al intervalo $[3.4, 4.2]$ que haría que todas las hipótesis sean válidas.

Finalmente, el modelo conceptual final está conformado por 6 factores, 7 actividades del proceso de elicitación de requisitos, y las 15 relaciones, así, debido a su sustento teórico, constituye un modelo robusto (ver Figura 47).

Figura 47. Modelo conceptual final sobre la influencia entre (Factores → Actividades)



Fuente. Elaborado por el autor

4.6 Conclusiones

En esta investigación, se han introducido nuevos factores que influyen en las actividades del proceso de elicitación de requisitos: *Capacidad de aprendizaje*, *Capacidad de negociación*, *Personal estable*, *Utilidad percibida*, *Confianza*, *Estrés* y *Semi-Autonómica*; y que han sido sustentados con *teorías*, tales como la teoría del Aprendizaje Organizacional (Organizational Learning theory), teoría del Comportamiento Organizacional (Organizational Behavior theory), teoría de la Auto eficiencia (Self-efficacy theory), teoría del Capital Social (Social capital theory), teoría de Clausura de Tareas (Task closure theory) y teoría del Actor-Red (Actor-network theory).

No existe un estándar para el proceso de elicitación. Algunos autores consideran 4 actividades, otros 5 actividades, algunos contemplan

actividades que unos no consideran y otros etiquetan las actividades con diferentes nombres, por ello, se ha propuesto un proceso de elicitación de requisitos que consta de 7 actividades que, en su conjunto, cubren todo el proceso de elicitación; cada una de estas es importante, dado que el no hacer una de ellas no garantiza que el requisito sea de calidad.

La mayoría de los trabajo han identificado factores que afectan el proceso de elicitación, pero no señalan a qué actividad en particular lo afecta. Por esta razón, en este estudio se han identificado qué factores afectan las actividades del proceso de elicitación de requisitos.

Los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a 182 analistas de sistemas e ingenieros de requisitos, que laboran en organizaciones que desarrollan software en el Perú, muestran, del Análisis de Correspondencia Simple (ACS) y del Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM), que la mayoría de las relaciones tienen una calificación entre “Alta” y “Muy alta” influencia.

Finalmente, la prueba de hipótesis confirmó 15 relaciones de 17 hipótesis, de modo que el modelo conceptual final está compuesto por 6 factores, 7 actividades del proceso de obtención de requisitos y 15 relaciones con un 95% de confianza.

CAPÍTULO 5: RELACIONES ENTRE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE ELICITACIÓN Y CUALIDADES DE REQUISITOS

En el presente capítulo se identifican las relaciones entre las *actividades* del proceso de elicitación de requisitos y las *cualidades* de un buen requisito, dado que las diferentes investigaciones sobre *elicitación* no analizan cómo las actividades del proceso de elicitación contribuyen para obtener un buen requisito y, por consiguiente, en la calidad del producto de software, dado que obtener un requisito de calidad depende de todas las actividades del proceso de elicitación en su conjunto, por lo que en el presente capítulo se identifican 54 relaciones entre las actividades y cualidades. Las relaciones fueron obtenidas analizando las cualidades que cada actividad debe considerar para obtener un requisito de calidad. Para evidenciar estas relaciones, se realizó un estudio empírico sobre 180 encuestados, donde se consideró el *Análisis de Correspondencia Simple y Múltiple*, que muestra que todas las relaciones propuestas tienen una calificación entre “Alta” y “Muy alta”. Así, de acuerdo a la prueba de hipótesis *T-Student*, 50 de 54 relaciones propuestas son válidas con el 95% de confianza.

5.1 Introducción

La elicitación de requisitos es considerada una de las etapas importantes en el desarrollo de software, por ello, varios investigadores coinciden en que los requisitos incorrectos, incompletos y confusos tienen un gran impacto negativo en la calidad, costo y tiempo de entrega de los proyectos de software (Sommerville, 2011), (Pohl & Rupp, 2011), (Vijayan et al., 2011). Con la finalidad de superar estas dificultades y descubrir con calidad las necesidades del stakeholder, en la literatura se ha propuesto diversos procesos de elicitación de requisitos (Pohl, 2010), (Mulla & Girase, 2012), (Loucopoulos & Karakostas, 1995), (SWEBOK, 2014). Sin embargo, como se mencionó en el capítulo 1, según el Reporte del Caos (The Standish

Group, 2013), siguen los problemas, pues el 29 % de los proyectos son exitosos, el 52% terminan con problemas y el 19% de los proyectos son fracasados, además, este reporte define una lista de factores que causan las fallas del proyectos y que en algunos casos hacen que este sea cancelado; así, los requisitos incompletos es el factor más crítico, y la declaración clara de requisitos, una de las tres principales razones para que un proyecto tenga éxito.

Según Ludwig (2005), un requisito de software debe cumplir ciertas cualidades o características para que sea considerado como un “buen requisito”, porque la calidad del requisito afecta el trabajo realizado en las fases del ciclo de vida del desarrollo del software y, por consiguiente, en la calidad del producto de software, los requisitos con calidad deficiente incrementa el costo y el cronograma del proyecto de software (Ludwig, (2005); The Standish Group, (2013)). Por ello, Zielczynski (2007) considera que un requisito debe cumplir ciertas cualidades para ser considerado como un “buen requisito”, tales como no ambiguo, verificable, claro, correcto, comprensible, factible, independiente, atómico, necesario y libre de implementación. La importancia de los requisitos correctos, completos y verificables es un principio fundamental de la ingeniería de software.

Además, Hammer (1998), sostiene que, el éxito de un proyecto, tanto funcional como financiero, se ve directamente afectado por la calidad de los requisitos, también es fundamental la prueba completa del producto final basada en los requisitos

Por estos problemas, han surgido diferentes propuestas sobre la elicitación de requisitos (Wong et al., 2017), sin embargo, estas investigaciones no analizan la calidad de cada una de las actividades del proceso de elicitación, puesto que, obtener un “buen requisito” depende de todas las actividades del proceso en su conjunto. Por lo tanto, el propósito de esta investigación es identificar relaciones entre las actividades del proceso de elicitación y las

cualidades de un buen requisito, con la finalidad de conocer las cualidades que debe cumplir cada actividad para obtener un “buen requisito” y, por consiguiente, que el desarrollo del proyecto de software sea exitoso.

5.2 Antecedentes y motivación

5.2.1 Actividades del proceso de elicitación de requisitos

Como se mencionó en el capítulo 1, las actividades del proceso de elicitación de requisitos forman parte de los diferentes modelos o procesos de elicitación de requisitos que han surgido en los últimos años, tales como los modelos de Wiegers (1999), Pohl (2010), Sommerville (2011), entre otros. Y, conforme han pasado los años, han surgido varias definiciones de elicitación de requisitos. Según Bohem (1981), la elicitación es el primer y más crítico paso dentro de la IR, así, el hecho de realizarlo de manera errónea nos llevará a productos con calidad pobre, fechas de entregas tardías y costos fuera del presupuesto. Loucopoulos & Karakostas (1995), definen la elicitación como el proceso de adquirir todo el conocimiento relevante para producir un modelo de requisitos de un problema y de un dominio determinado. Según Borland (2005), la elicitación es la habilidad de trabajar en colaboración con los stakeholders para descubrir las necesidades actuales del producto y acordar la visión y las metas del proyecto propuesto.

Como se mencionó en el capítulo anterior, en la literatura existen diferentes definiciones del proceso de elicitación de requisitos. Loucopoulos & Karakostas (1995), define al proceso de elicitación de requisitos con 3 actividades: (i) Adquisición del conocimiento, (ii) Determinación de fuentes y, (iii) Definición de técnicas. The software engineering body of knowledge (SWEBOK) (SWEBOK, 2014) define 2 actividades: (i) Fuentes de requisitos y, (ii) Técnicas de elicitación. Mulla & Girase (2012) identifica 5 actividades: (i) Identificar fuentes de requisitos, (ii) Recopilar la lista de deseos para cada parte correspondiente, (iii) Documentar y refinar la lista de deseos, (iv) Integrar las listas de deseos con los diversas stakeholders y, (v) Determinar

los requisitos no funcionales. Pohl (2010) define 3 actividades: (i) Determinar las fuentes de los requisitos relevantes, (ii) Identificar requisitos de las fuentes y, (iii) Desarrollar nuevos requisitos. Algunas de estas actividades presentan nombres diferentes, pero con igual significado, por ejemplo, “Identificación de fuentes” (Loucopoulos & Karakostas, 1995) y “Identificar fuentes de requisitos” (Mulla & Girase, 2012); y otras que se traslapan, por ejemplo: “Identificar requisitos de las fuentes” (Pohl, 2010) es lo mismo que “Recolectar lista de deseos del stakeholder” (Mulla & Girase, 2012) y “Definir requisitos no funcionales” (Mulla & Girase, 2012). En resumen, estas actividades también se muestran en la Tabla 37.

Tabla 37. Resumen de actividades del proceso de elicitación de requisitos

Id	Actividades	Fuente
A1	Adquisición del conocimiento	Loucopoulos & Karakostas (1995).
A2	Identificación de fuentes	Pohl (2010), Mulla & Girase (2012), Loucopoulos & Karakostas (1995), SWEBOK (2014).
A3	Definición de técnica	Loucopoulos & Karakostas (1995), SWEBOK (2014).
A4	Identificación de lista de deseos	Pohl (2010), Mulla & Girase (2012).
A5	Integración de lista de deseos	Mulla & Girase (2012).
A6	Documentación	Mulla & Girase (2012).
A7	Refinamiento	Pohl (2010), Mulla & Girase (2012).

Fuente. Elaborado por el autor

5.2.2 Cualidades de un “buen requisito”

Según Leffingwell et al. (1999), un requisito de software debe cumplir ciertas cualidades o características para que sea considerado como un “buen requisito”.

La calidad del requisito afecta el trabajo realizado en las fases posteriores del ciclo de vida del desarrollo del software y, por consiguiente, en el producto (Ludwig, 2005). Los requisitos con calidad deficiente incrementa el costo y el cronograma del proyecto (se gasta esfuerzo durante el diseño y la implementación al tratar de descubrir cuáles son los requisitos), disminuye la calidad del producto (los requisitos deficientes causan que el producto incorrecto sea entregado para cumplir con las restricciones de cronograma y presupuesto), aumenta el esfuerzo de mantenimiento (debido a la falta de rastreabilidad, aumenta el esfuerzo por identificar dónde se requieren los cambios, especialmente cuando el personal conocedor abandona el proyecto), crea problemas con el cliente (la ambigüedad causa diferencias en las expectativas y problemas contractuales). Todas estas son las principales causas de fracaso de proyectos de software (Ludwig, 2005).

Por lo que, un buen requisito debe cumplir ciertas cualidades, para Leffingwell et al. (1999), estas deben ser: completo, consistente, correcto, no ambiguo, verificable, ranqueable, modificable, trazable y comprensible; Zielczynski (2007): no ambiguo, verificable, claro, correcto, comprensible, factible, independiente, atómico, necesario y libre de implementación; Ludwig (2005): completo, consistente, factible, independiente, modificable, necesario, no redundante, breve, verificable, trazable, comprensible y dentro del alcance; finalmente, Telelogic DOORS de IBM (IBM, 2003): correcto, completo, claro, consistente, verificable, trazable y factible. Además, el SATC (Software Assurance Technology Center) de la NASA, indica que estas mismas cualidades deben cumplir las especificaciones de requisitos de software (SRS) para que sea de calidad, donde estudiaron docenas de especificaciones de requisitos de la NASA que revelaron nueve indicadores de calidad del SRS (Hammer et al., 1998).

5.2.3 Motivación

En los últimos años, han surgido diferentes propuestas para mejorar la elicitación de requisito (Wong & Mauricio, 2018; Cherotich et al., 2015; Davey & Parker, 2015; Khan et al., 2014; Hadar et al., 2014, Burnay & Faulkner, 2014; Soltanian et al., 2013, Burnay et al., 2013; Derrick et al., 2013; Wnuk et al., 2013), a pesar de ello, este trabajo se justifica por las siguientes razones:

- i. La calidad del requisito afecta el trabajo realizado en las fases posteriores del ciclo de vida del desarrollo del software y, por consiguiente, en el producto. Por lo que, los requisitos con calidad deficiente incrementa el costo y el cronograma del proyecto (Ludwig, 2005).
- ii. Es importante conocer las cualidades que debe cumplir cada actividad del proceso de elicitación de requisitos (completo, consistente, correcto, no ambiguo, verificable, ranqueable, entre otras), porque obtener un “buen requisito”, depende de todas las actividades del proceso de elicitación en su conjunto.
- iii. En los últimos años han surgido diferentes propuestas para mejorar la elicitación de requisitos, sin embargo, estas investigaciones no analizan la calidad de cada una de las actividades del proceso de elicitación de requisitos (Adquisición del Conocimiento, Identificación de fuentes, Definición de técnica, Identificación de lista de deseos, Integración de lista de deseos, Documentación y Refinamiento), es decir, si cada actividad se realiza cumpliendo las cualidades de un “buen requisito” (completa, consistente, correcta, no ambigua, modificable y entendible)

Por ello, el propósito de este capítulo es identificar qué cualidades deben cumplir cada actividad del proceso de elicitación para obtener un “buen

requisito”, lo cual se conceptualiza a través de un modelo compuesto por Actividades, Cualidades y 54 hipótesis.

5.3 Relaciones entre actividades y cualidades

En esta sección se identifican las cualidades que debe cumplir cada actividad del proceso de elicitación para obtener un “buen requisito”. Para ello, se seleccionan las actividades y cualidades que existen en la literatura. Luego se identifican las relaciones entre ellas (Actividades ↔ Cualidades), a través de 54 sub hipótesis que se relacionan con las hipótesis específicas *H31* y *H41*.

5.3.1 Actividades

Para identificar las relaciones entre las actividades del proceso de elicitación y las cualidades que debe cumplir un “buen requisito”, se usarán las mismas actividades del proceso de elicitación utilizadas en el estudio anterior: “Adquisición del Conocimiento”, “Identificación de fuentes”, “Definición de técnica”, “Identificación de lista de deseos”, “Integración de lista de deseos”, “Documentación2 y “Refinamiento” (ver Tabla 37). Las cuales fueron propuestas por Loucopoulos & Karakostas (1995), Pohl, 2010), Mulla & Girase (2012) y SWEBOK (2014).

Cabe precisar que, estas actividades fueron analizadas en el capítulo anterior y, que en su conjunto, cubren todo el proceso de elicitación de requisitos, además no se traslapan entre ellas.

5.3.2 Cualidades

Las cualidades que se usarán en este trabajo, son las propuestas por IEEE 830 (1998), Leffingwell et al. (1999), IBM, (2003), Hull et al. (2005), Ludwig (2005) y Zielczynski (2007). En la Tabla 38 se muestra un resumen de las cualidades propuestas por los diferentes autores.

Tabla 38. Resumen de cualidades de un “buen requisito”

Id	Cualidades	IEEE 830 (1998)	Leffingwell et al. (1999)	IBM (2003)	Ludwig (2005)	Hull et al. (2005)	Zielczynski (2007)
C1	Completo	✓	✓	✓	✓	✓	✓
C2	Consistente	✓	✓		✓	✓	✓
C3	Correcto	✓	✓	✓	✓	✓	✓
C4	No ambiguo	✓	✓	✓		✓	✓
C5	Verificable	✓	✓	✓	✓	✓	✓
C6	Ranqueable	✓	✓				
C7	Modificable	✓	✓		✓		
C8	Trazable	✓	✓	✓	✓	✓	✓
C9	Entendible		✓		✓	✓	✓
C10	Factible			✓		✓	✓
C11	Claro					✓	✓
C12	Independiente				✓	✓	✓
C13	No redundante				✓	✓	✓
C14	Breve				✓		
C15	Libre de implementación					✓	✓
C16	Necesario					✓	✓

Fuente. Elaborado por el autor

5.3.3 Hipótesis

Para identificar las cualidades que debe cumplir cada actividad del proceso de elicitación de requisitos, se estableció las relaciones entre (Actividades ↔ Cualidades), donde se formularon 54 sub hipótesis (ver Figura 48) que se relacionan con las hipótesis específicas *H31* y *H41*. A continuación se explica el sustento de cada hipótesis

5.3.3.1 Actividad “Adquisición del conocimiento” (A1)

La finalidad de esta actividad es adquirir el conocimiento del dominio que el analista necesita sobre el tipo de proyecto que va desarrollar, lo que permitirá inferir el conocimiento tácito que los stakeholder no articulan.

Para que esta actividad contribuya a la obtención de un buen requisito, se ha considerado las siguientes cualidades: completo (C1), consistente (C2), correcto (C3), entendible (C9) y no redundante (C13). Por ejemplo, para la cualidad *completa*, si el analista no hace todas las preguntas para conocer el negocio del tipo de proyecto que va desarrollar, entonces, se haría de forma incompleta la adquisición del conocimiento del dominio.

Además, con estas relaciones podremos contestar las siguientes preguntas: ¿La adquisición del conocimiento del dominio contiene toda la información relevante al tipo de sistema que se va desarrollar?, ¿Cuál es el nivel de completitud de la adquisición del conocimiento del dominio?, ¿La adquisición del conocimiento del dominio se contradice con alguna información?, ¿Se entienden la adquisición del conocimiento del dominio? ¿El analista o ingeniero de requisitos comprende la información adquirida del conocimiento del dominio?, ¿La adquisición del conocimiento del dominio contiene información redundante?, entre otras.

Las hipótesis planteadas son las siguientes:

- **Hipótesis H1.1:** La actividad del proceso de elicitación “adquisición del conocimiento” se relaciona con la cualidad “Completo”.
- **Hipótesis H1.2:** La actividad del proceso de elicitación “adquisición del conocimiento” se relaciona con la cualidad “Consistente”.
- **Hipótesis H1.3:** La actividad del proceso de elicitación “adquisición del conocimiento” se relaciona con la cualidad “Correcto”.
- **Hipótesis H1.9:** La actividad del proceso de elicitación “adquisición del conocimiento” se relaciona con la cualidad “Entendible”.

- **Hipótesis H1.13:** *La actividad del proceso de elicitación “adquisición del conocimiento” se relaciona con la cualidad “No redundante”.*

5.3.3.2 Actividad “Identificación de fuentes” (A2)

La finalidad de esta actividad es identificar todos los tipos de fuentes potenciales que el analista necesita para identificar los requisitos del stakeholder, porque los requisitos pueden provenir de diferentes fuentes, tales como usuarios, sistemas, documentos, base de datos, entre otras.

Para que esta actividad contribuya a la obtención de un requisito de calidad, se ha considerado las siguientes cualidades: completo (C1), *correcto* (C3) y *entendible* (C9). Por ejemplo, para la cualidad *correcta*, si el analista utiliza como fuente de requisito a usuarios que no conocen el proceso de negocio relacionado al proyecto de software que se va desarrollar, entonces la identificación de fuentes de requisitos se haría de forma incorrecta.

Además, con estas relaciones podemos contestar las siguientes preguntas: ¿La fuente de requisitos contiene toda la información relevante al tipo de sistema que se va desarrollar?, ¿Cuál es el nivel de completitud de las fuentes de requisitos?, ¿A veces las fuentes de requisitos no representan lo que el stakeholder ha solicitado?, ¿El ingeniero de requisitos entiende las fuentes de requisitos?, entre otras.

Las hipótesis planteadas son las siguientes:

- **Hipótesis H2.1:** *La actividad del proceso de elicitación “Identificación de fuentes” se relaciona con la cualidad “Complete”.*
- **Hipótesis H2.3:** *La actividad del proceso de elicitación “Identificación de fuentes” se relaciona con la cualidad “Correcto”.*
- **Hipótesis H2.9:** *La actividad del proceso de elicitación “Identificación de fuentes” se relaciona con la cualidad “Entendible”.*

5.3.3.3 Actividad “Definición de técnica” (A3)

La finalidad de esta actividad es elegir la técnica, el método, la herramienta o el enfoque de elicitación de requisitos que sea adecuada para conseguir expresar las necesidades de los usuarios, considerando el tipo de stakeholder y la naturaleza del proyecto que se va desarrollar.

Para que esta actividad contribuya a la obtención de un requisito de calidad, se ha considerado las siguientes cualidades: correcto (C3) y entendible (C9). Por ejemplo, para la cualidad *correcto*, si el analista utiliza como técnica de elicitación las *entrevistas personales*, en vez de aplicar la técnica *lluvia de ideas*, a varias stakeholders, puesto que cada uno conoce una parte del proceso de negocio del proyecto de software que se va desarrollar, entonces se haría de forma incorrecta la lección de la técnica de elicitación.

Además, con estas relaciones podremos contestar las siguientes preguntas: ¿La técnica de elicitación de requisitos es la adecuada para el tipo de sistema que se va desarrollar? ¿Cuál es el nivel de correctito de la técnica de elicitación?, ¿El ingeniero de requisitos comprende la técnica de elicitación que debe aplicar?, entre otras.

Las hipótesis planteadas son las siguientes:

- **Hipótesis H3.3:** *La actividad del proceso de elicitación “Definición de técnica” se relaciona con la cualidad “Correcto”.*
- **Hipótesis H3.9:** *La actividad del proceso de elicitación “Definición de técnica” se relaciona con la cualidad “Entendible”.*

5.3.3.4 Actividad “Identificación de lista de deseos” (A4)

La finalidad de esta actividad es identificar las necesidades de los stakeholders, capturar los requisitos de los usuarios de las fuentes identificadas y con la técnica de elicitación adecuada.

Para que esta actividad contribuya a la obtención de un requisito de calidad, se ha considerado las siguientes cualidades: *completo* (C1), *consistente* (C2), *correcto* (C3), *no ambiguo* (C4), *ranqueable* (C6), *entendible* (C9), *realista* (C10), *claro* (C11), *independiente* (C12), *no redundante* (C13), *breve* (C14), *libre de implementación* (C15) y *necesario* (C16).). Por ejemplo, para la cualidad *correcto*, si el analista captura las necesidades que no son relevantes para el stakeholder, necesidades que no van aportar en la eficiencia de su trabajo, entonces la elicitación de requisitos se haría de forma incorrecta.

Además, con estas relaciones podremos contestar las siguientes preguntas: ¿La lista de deseos de los stakeholders contiene toda la información relevante al tipo de sistema que se va desarrollar?, ¿La lista de deseos cumple con las necesidades declaradas por el stakeholder?, ¿Cuál es el nivel de correctitud de la lista de deseos? ¿El analista o ingeniero de requisitos comprende la lista de deseos de los stakeholders?, ¿La lista de deseos es realizada en base a la lista de prioridades definidas por el stakeholder?, entre otras.

Las hipótesis planteadas son las siguientes:

- **Hipótesis H4.1:** La actividad del proceso de elicitación “Identificar lista de deseos” de stakeholder se relaciona con la cualidad “Completo”.
- **Hipótesis H4.2:** La actividad del proceso de elicitación “Identificar lista de deseos” de stakeholder se relaciona con la cualidad “Consistente”.
- **Hipótesis H4.3:** La actividad del proceso de elicitación “Identificar lista de deseos” de stakeholder se relaciona con la cualidad “Correcto”.
- **Hipótesis H4.4:** La actividad del proceso de elicitación “Identificar lista de deseos” de stakeholder se relaciona con la cualidad “No ambiguo”.
- **Hipótesis H4.6:** La actividad del proceso de elicitación “Identificar lista de deseos” de stakeholder se relaciona con la cualidad “Ranqueable”.
- **Hipótesis H4.9:** La actividad del proceso de elicitación “Identificar lista de deseos” de stakeholder se relaciona con la cualidad “Entendible”.

- **Hipótesis H4.10:** La actividad del proceso de elicitación “Identificar lista de deseos” de stakeholder se relaciona con la cualidad “Realista”.
- **Hipótesis H4.11:** La actividad del proceso de elicitación “Identificar lista de deseos” de stakeholder se relaciona con la cualidad “Claro”.
- **Hipótesis H4.12:** La actividad del proceso de elicitación “Identificar lista de deseos” de stakeholder se relaciona con la cualidad “Independiente”.
- **Hipótesis H4.13:** La actividad del proceso de elicitación “Identificar lista de deseos” de stakeholder se relaciona con la cualidad “No redundante”.
- **Hipótesis H4.14:** La actividad del proceso de elicitación “Identificar lista de deseos” de stakeholder se relaciona con la cualidad “Breve”.
- **Hipótesis H4.15:** La actividad del proceso de elicitación “Identificar lista de deseos” de stakeholder se relaciona con la cualidad “Libre de implementación”.
- **Hipótesis H4.16:** La actividad del proceso de elicitación “Identificar lista de deseos” de stakeholder se relaciona con la cualidad “Necesario”.

5.3.3.5 Actividad “Integración de lista de deseos” (A5)

La finalidad de esta actividad es consolidar los diferentes requisitos capturados por el analista o ingeniero de requisitos, agruparlos, ordenarlos, priorizarlos y, de este modo, eliminar las redundancias de requisitos repetidos para poder reutilizarlos.

Para que esta actividad contribuya a la obtención de un requisito de calidad, se ha considerado las siguientes cualidades: *completo (C1)*, *correcto (C3)*, *ranqueable (C6)*, *entendible (C9)*, *realista (C10)*, *claro (C11)*, *no redundante (C13)*, *breve (C14)* y *necesario (C16)*). Por ejemplo, para la cualidad *correcta*, si el analista integra las necesidades del stakeholders, sin considerar las prioridades definidas por este, entonces la integración de requisitos se haría de forma incorrecta.

Además, con estas relaciones podremos contestar las siguientes preguntas: ¿La integración de lista de deseos de los stakeholders contiene toda la información relevante al tipo de sistema que se va desarrollar?, ¿La integración de la lista de deseos cumple con las necesidades declaradas por el stakeholder?, ¿El analista o ingeniero de requisitos comprende la integración de lista de deseos de stakeholders?, ¿La integración de la lista de deseos es realizada en base a la lista de prioridades definidas por el stakeholder?, entre otras.

Las hipótesis planteadas son las siguientes:

- **Hipótesis H5.1:** *La actividad del proceso de elicitación “Integración de lista de deseos” de stakeholder se relaciona con la cualidad “Complete”.*
- **Hipótesis H5.3:** *La actividad del proceso de elicitación “Integración de lista de deseos” de stakeholder se relaciona con la cualidad “Correcto”.*
- **Hipótesis H5.6:** *La actividad del proceso de elicitación “Integración de lista de deseos” de stakeholder se relaciona con la cualidad “Ranqueable”.*
- **Hipótesis H5.9:** *La actividad del proceso de elicitación “Integración de lista de deseos” de stakeholder se relaciona con la cualidad “Entendible”.*
- **Hipótesis H5.10:** *La actividad del proceso de elicitación “Integración de lista de deseos” de stakeholder se relaciona con la cualidad “Realista”.*
- **Hipótesis H5.11:** *La actividad del proceso de elicitación “Integración de lista de deseos” de stakeholder se relaciona con la cualidad “Claro”.*
- **Hipótesis H5.13:** *La actividad del proceso de elicitación “Integración de lista de deseos” de stakeholder se relaciona con la cualidad “No redundante”.*
- **Hipótesis H5.14** *La actividad del proceso de elicitación “Integración de lista de deseos” de stakeholder se relaciona con la cualidad “Breve”.*
- **Hipótesis H5.16:** *La actividad del proceso de elicitación “Integración de lista de deseos” de stakeholder se relaciona con la cualidad “Necesario”.*

5.3.3.6 Actividad “Documentación” (A6)

La finalidad de esta actividad es documentar o especificar la información obtenida en la captura de los requisitos o necesidades del stakeholder.

Para que esta actividad contribuya a la obtención de un requisito de calidad, se ha considerado las siguientes cualidades: completo (C1), consistente (C2), correcto (C3), no ambiguo (C4), verificable (C5), modificable (C7), trazable (C8), entendible (C9), realista (C10), claro (C11), independiente (C12), no redundante (C13), breve (C14), libre de implementación (C15) y necesario (C16), debido a que la documentación o especificaciones de requisitos de software (SRS) va a contener toda la información del requisito y el conjunto de estas cualidades va a reflejar la calidad del requisito obtenido.

Además, con estas relaciones podremos contestar las siguientes preguntas: La SRS contiene todos los requisitos solicitados por el usuario?, ¿Cuál es el nivel de Completitud de la SRS?, ¿Una SRS determinado se contradice con alguna otra SRS?, ¿La SRS representa realmente lo que el stakeholder ha solicitado?, ¿Cada SRS tiene una y sola una interpretación?, ¿Todas las SRS son verificables?, ¿A veces las SRS no pueden ser cambiadas con facilidad?, ¿El origen de cada SRS puede ser encontrado?, ¿Los stakeholders e ingenieros de requisitos comprenden las SRS?, entre otras.

Las hipótesis planteadas son las siguientes:

- **Hipótesis H6.1:** La actividad del proceso de elicitación “Documentación” se relaciona con la cualidad “Completo”.
- **Hipótesis H6.2:** La actividad del proceso de elicitación “Documentación” se relaciona con la cualidad “Consistente”.
- **Hipótesis H6.3:** La actividad del proceso de elicitación “Documentación” se relaciona con la cualidad “Correcto”.
- **Hipótesis H6.4:** La actividad del proceso de elicitación “Documentación” se relaciona con la cualidad “No ambiguo”.

- **Hipótesis H6.5:** La actividad del proceso de elicitación “Documentación” se relaciona con la cualidad “Verificable”.
- **Hipótesis H6.7:** La actividad del proceso de elicitación “Documentación” se relaciona con la cualidad “modificable”.
- **Hipótesis H6.8:** La actividad del proceso de elicitación “Documentación” se relaciona con la cualidad “Trazable”.
- **Hipótesis H6.9:** La actividad del proceso de elicitación “Documentación” se relaciona con la cualidad “Entendible”.
- **Hipótesis H6.10:** La actividad del proceso de elicitación “Documentación” se relaciona con la cualidad “Realista”.
- **Hipótesis H6.11:** La actividad del proceso de elicitación “Documentación” se relaciona con la cualidad “Claro”.
- **Hipótesis H6.12:** La actividad del proceso de elicitación “Documentación” se relaciona con la cualidad “Independiente”.
- **Hipótesis H6.13:** La actividad del proceso de elicitación “Documentación” se relaciona con la cualidad “No redundante”.
- **Hipótesis H6.14:** La actividad del proceso de elicitación “Documentación” se relaciona con la cualidad “Breve”.
- **Hipótesis H6.15:** La actividad del proceso de elicitación “Documentación” se relaciona con la cualidad “Libre de implementación”.
- **Hipótesis H6.16:** La actividad del proceso de elicitación “Documentación” se relaciona con la cualidad “Necesario”.

5.3.3.7 Actividad “Refinamiento” (A7)

La finalidad de esta actividad es definir el proceso de validación y corrección de los requisitos obtenidos por el analista o ingeniero de requisitos, pudiendo, además, identificar otros requisitos.

Para que esta actividad contribuya a la obtención de un requisito de calidad, se ha considerado las siguientes cualidades: *completo* (C1), *consistente* (C2), *correcto* (C3), *entendible* (C9), *no redundante* (C13), *breve* (C14), y

necesario (C16). Por ejemplo, para la cualidad *correcta*, si el analista realiza la validación de requisitos sin considerar todo el proceso de validación definido por el equipo de desarrollo, entonces el refinamiento de requisitos se haría de forma incorrecta.

Además, con estas relaciones podremos contestar las siguientes preguntas: ¿El refinamiento de requisitos se ha realizado de manera completa, sin obviar alguna fase importante?, ¿Se entienden la SRS luego de haber realizado el refinamiento?, ¿El equipo de trabajo del área de Sistemas comprende las SRS luego de haber realizado el refinamiento?, ¿Es necesario el refinamiento de requisitos?, entre otras.

Las hipótesis planteadas son las siguientes:

- **Hipótesis H7.1:** *La actividad del proceso de elicitación “Refinamiento” se relaciona con la cualidad “Completo”.*
- **Hipótesis H7.2:** *La actividad del proceso de elicitación “Refinamiento” se relaciona con la cualidad “Consistente”.*
- **Hipótesis H7.3:** *La actividad del proceso de elicitación “Refinamiento” se relaciona con la cualidad “Correcto”.*
- **Hipótesis H7.9:** *La actividad del proceso de elicitación “Refinamiento” se relaciona con la cualidad “Entendible”.*
- **Hipótesis H7.13:** *La actividad del proceso de elicitación “Refinamiento” se relaciona con la cualidad “No redundante”.*
- **Hipótesis H7.14:** *La actividad del proceso de elicitación “Refinamiento” se relaciona con la cualidad “Breve”.*
- **Hipótesis H7.16:** *La actividad del proceso de elicitación “Refinamiento” se relaciona con la cualidad “Necesario”.*

La Tabla 39 muestra un resumen de las hipótesis propuestas, donde se observa las 54 hipótesis, denotado por $Hx.y$, esto quiere decir que la actividad Ax se relaciona con la cualidad Cy .

Tabla 39. Matriz de hipótesis (Actividades ↔ Cualidades)

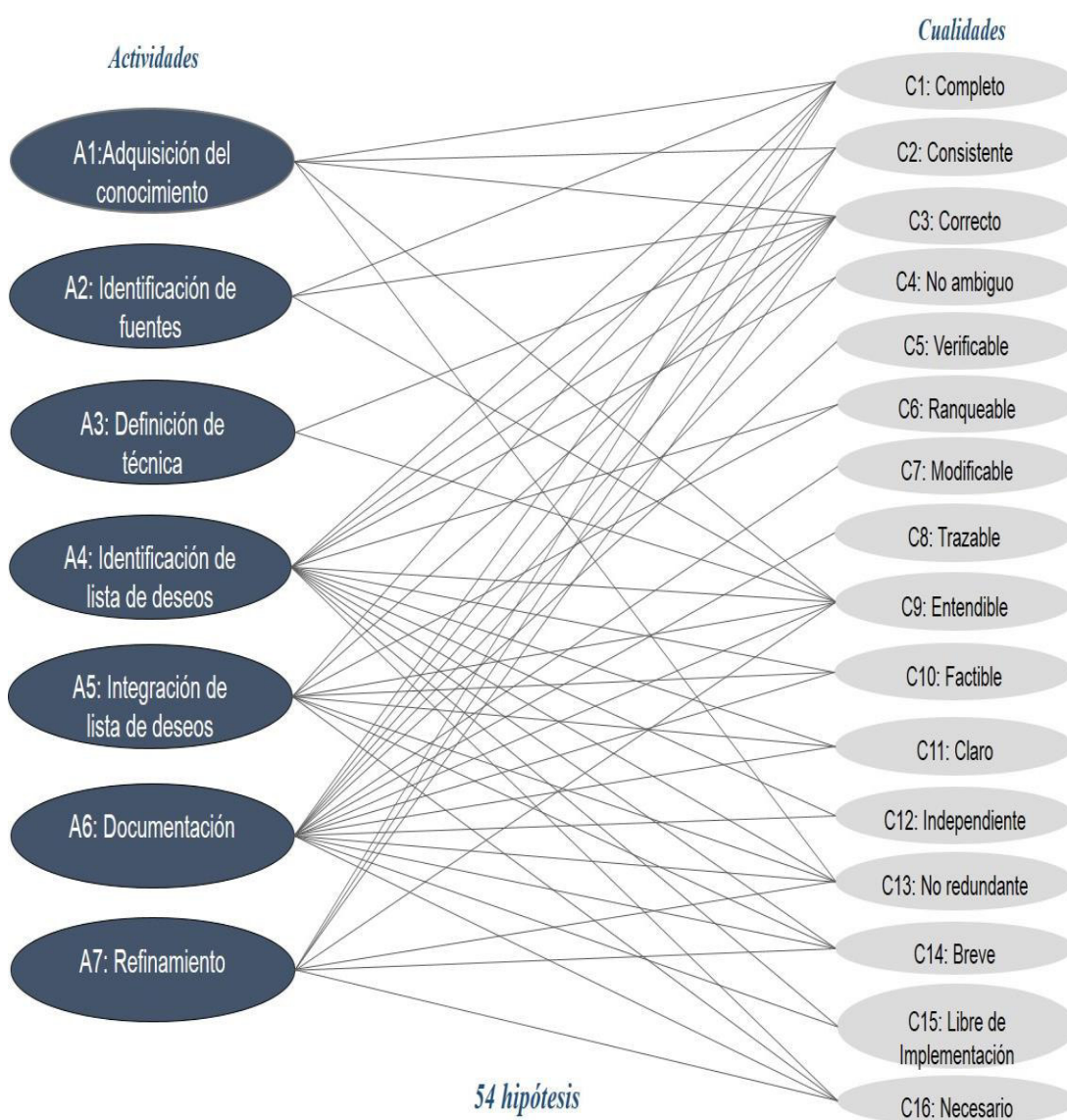
Actividades	Cualidades															
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
A1	H1.1	H1.2	H1.3						H1.9				H1.13			
A2	H2.1		H2.3						H2.9							
A3			H3.3						H3.9							
A4	H4.1	H4.2	H4.3	H4.4		H4.6			H4.9	H4.10	H4.11	H4.12	H4.13	H4.14	H4.15	H4.16
A5	H5.1		H5.3			H5.6			H5.9	H5.10	H5.11		H5.13	H5.14		H5.16
A6	H6.1	H6.2	H6.3	H6.4	H6.5		H6.7	H6.8	H6.9	H6.10	H6.11	H6.12	H6.13	H6.14	H6.15	H6.16
A7	H7.1	H7.2	H7.3						H7.9				H7.13	H7.14		H7.16

Fuente. Elaborado por el autor

5.3.4 Modelo conceptual (Actividades ↔ Cualidades)

En resumen, en la Figura 48, se conceptualiza las relaciones entre las actividades del proceso de elicitación y las cualidades que debe cumplir un buen requisito.

Figura 48. Modelo conceptual (Actividades ↔ Cualidades)



Fuente. Elaborado por el autor

5.4 Metodología

5.4.1 Tipo y diseño de investigación

Al igual que el trabajo anterior, el tipo de investigación del presente estudio es: “correlacional” y “descriptiva”, con un enfoque “cuantitativo”. Y el diseño de investigación también es “no experimental”, puesto que se analizan los datos obtenidos en una encuesta para identificar la percepción de los expertos sobre la relación entre las actividades del proceso de elicitación y las cualidades de un buen requisito (*Anexo A.2*).

5.4.2 Unidad de análisis

La unidad de análisis de este estudio también es el *ingeniero de requisitos* o *analista de sistemas* que laboran en instituciones públicas y privadas que desarrollan software en el Perú, a quienes se les aplicarán encuestas para identificar la percepción de la relación entre las actividades del proceso de elicitación y las cualidades de un buen requisitos de software.

5.4.3 Población y muestra

Al igual que el estudio anterior, la población del presente estudio está conformada por *ingenieros de requisitos* o *analistas de sistemas* que laboran en instituciones públicas y privadas que desarrollan software en el Perú.

El tamaño de la muestra es de 180 analistas o ingenieros de requisitos que laboran en instituciones públicas y privadas que desarrollan software en el Perú, distribuidos por 3 tipos de organizaciones (Institución privada, Institución pública y Consultora de Software) y clasificados por el nivel de experiencia (Junior, Semi sénior y Sénior).

Como el estudio anterior, también se ha calculado el tamaño de la muestra desconociendo el tamaño de la población, donde se obtendrá el % de error muestral aplicando la ecuación Eq. (1).

Donde: $n = 180$, $z = 1.96$, $p = 0.5$ y $q = 1 - p$, entonces, $\epsilon^2 = (1.96^2 * 0.5 * 0.5) / 180 = 0.00534$, es decir, $\epsilon = 0.0730$ (7.3% de error muestral).

Por lo tanto, podemos asegurar que para un nivel de confianza del 95%, un p de varianza máxima igual a 0.5, un $q = 1 - p = 0.5$, y un error muestral del 7.3%, se tomó una muestra de 180 encuestados ($n=180$).

5.4.4 Selección de la muestra

La muestra fue seleccionada realizando las siguientes actividades:

- Revisión de las bases de datos de empresas que desarrollan software legalmente en el Perú o que tienen un área de desarrollo de software.
- Envío de e-mails (adjuntando el link de la encuesta online) a estudiantes de últimos semestres académicos de las maestrías de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, solicitando la participación en la encuesta.
- Envío de e-mails (adjuntando el link de la encuesta online) a estudiantes de últimos semestres académicos de las escuelas de Ingeniería de Sistemas e Ingeniera de Software de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, solicitando la participación en la encuesta.
- Aplicación de la técnica de muestreo *bola de nieve* (De León, Pérez. & Boza, 2016), solicitando a cada persona que reciba la encuesta, remitirla a otras personas que tengan el mismo perfil (analista de sistemas o ingenieros de requisitos).

5.4.5 Recolección de datos

Se utilizó como instrumento de recolección de datos el *cuestionario*, elaborándose una encuesta online con Google Form (Survey Google Form, 2018), en base al modelo conceptual propuesto (ver Figura 48). La encuesta fue aplicada a analistas de sistemas o ingenieros de requisitos que laboran en organizaciones que desarrollan software en el Perú, en el periodo de marzo a abril de 2018.

El objetivo de la encuesta fue determinar la percepción de los analistas que capturan los requisitos, en relación a las cualidades que deben cumplir las actividades del proceso de elicitación para obtener un buen requisito.

La encuesta fue estructurada en 2 secciones: (i) datos generales de la organización (5 preguntas simples) y, (ii) percepción de los encuestados sobre la relación entre actividades del proceso de elicitación y cualidades (7 preguntas matriciales). Las preguntas de la sección 2 fueron evaluadas con la escala de Likert de acuerdo a una calificación de 5 valores (1: Nula, 2: Baja, 3: Media, 4: Alta y 5: Muy alta).

Luego de elaborar la encuesta, también se realizó una prueba piloto para validar las preguntas, esta prueba fue realizada por 2 analistas sénior y un PhD, donde se revisó si las preguntas guardaba relación con las hipótesis planteadas, también se corrigió la redacción de las preguntas y el lenguaje utilizado.

Al inicio se obtuvo 184 encuestas, de los cuales se descartaron 4 por tener respuestas incongruentes, obteniéndose de este modo 180 encuestas válidas.

5.4.6 Confiabilidad de datos

Para estimar la fiabilidad del instrumento de medida, también se ha utilizado el Alfa de Cronbach. Según Streiner (2003), cuanto más cerca se encuentre el valor del alfa a 1, mayor es la consistencia interna de los elementos

analizados, y la validez de un instrumento es aceptable si tiene un valor por encima del 0.70.

5.4.7 *Análisis e interpretación de datos*

Para el análisis e interpretación de los datos, se realizó las siguientes actividades:

- 5) Revisión y depuración de los datos obtenidos con la finalidad de detectar errores y omisiones.
- 6) Análisis descriptivo de la población (Tabulación de datos, análisis de aspectos demográficos de la encuesta: tipo de organización, nivel de experiencia del encuestado, media, varianza, moda y la distribución de las respuestas de los encuestados).
- 7) Análisis de correspondencia entre los *Actividades y Cualidades*, esto a través, del Análisis de Correspondencia Simple (ACS) y del Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM).
- 8) Validación de resultados a través de la Prueba de hipótesis t-Student (para constatar las hipótesis planteadas).

5.5 Resultados y discusión

5.5.1 *Confiabilidad de datos*

Según los resultados obtenidos con la herramienta estadística *R Studio*, se obtuvo un valor del alfa de Cronbach igual a 0.96, según los datos mostrados en la Figura 49.

Figura 49. Resultados de “R Studio” sobre la fiabilidad de datos (Actividades ↔ Cualidades)

```
Reliability analysis
raw_alpha std.alpha G6(smc) average_r S/N ase mean sd
      0.96      0.97      0.99      0.34 28 0.0037 4.4 0.31
```

Fuente. Elaborado por el autor

5.5.2 Análisis descriptivo de la población

En la Tabla 40, se observa la clasificación de las respuestas de los encuestados según el “tipo de organización” y el “nivel de experiencia”. Donde podemos observar que, el 44% de los encuestados provienen de empresas que desarrollan software, el 25% provienen de instituciones privadas y el 31% de instituciones públicas y, el 71% de los encuestados tienen los niveles de experiencia “Sénior” y “Semi sénior”.

Tabla 40. Clasificación de encuestados (Actividades ↔ Cualidades)

Tipo de organización	Experiencia	Cantidad (N=180)		Porcentaje
Empresa privada	Junior	13	45	25%
	Semi sénior	16		
	Sénior	16		
Institución pública	Junior	17	55	31%
	Semi sénior	13		
	Sénior	25		
Compañía de Software	Junior	22	80	44%
	Semi sénior	32		
	Sénior	26		

Fuente. Elaborado por el autor

También se ha calculado la media, varianza y moda de las respuestas de los encuestados sobre la percepción en la relación de las actividades del proceso de elicitación y las cualidades de requisitos (ver Tabla 41), como se puede observar, el promedio de la media de la percepción de los encuestados es mayor a 4, esto quiere decir que, las actividades del proceso de elicitación tienen una relación “Alta” con las cualidades de requisitos.

Tabla 41. Media, variancia y moda de las respuestas de encuestados (Actividades ↔ Cualidades)

#	Hipótesis	Media	Varianza	Moda	#	Hipótesis	Media	Varianza	Moda
1	H1.1	4.44	0.29	4	28	H5.10	4.26	0.24	4
2	H1.2	4.43	0.28	4	29	H5.11	4.25	0.2	4
3	H1.3	4.51	0.27	5	30	H5.13	4.22	0.22	4

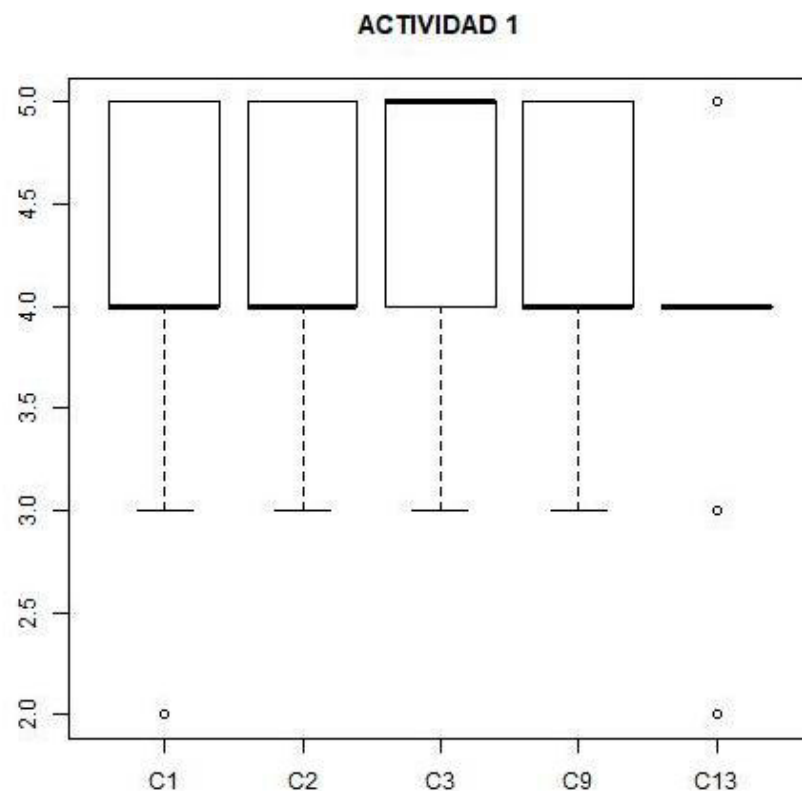
4	H1.9	4.26	0.25	4	31	H5.14	4.15	0.24	4
5	H1.13	4.07	0.31	4	32	H5.16	4.36	0.23	4
6	H2.1	4.39	0.26	4	33	H6.1	4.77	0.2	5
7	H2.3	4.52	0.3	5	34	H6.2	4.75	0.2	5
8	H2.9	4.26	0.25	4	35	H6.3	4.78	0.17	5
9	H3.3	4.55	0.28	5	36	H6.4	4.55	0.28	5
10	H3.9	4.29	0.24	4	37	H6.5	4.11	0.39	4
11	H4.1	4.71	0.23	5	38	H6.7	3.94	0.4	4
12	H4.2	4.67	0.23	5	39	H6.8	4.31	0.33	4
13	H4.3	4.78	0.17	5	40	H6.9	4.54	0.28	5
14	H4.4	4.43	0.3	4	41	H6.10	4.44	0.29	4
15	H4.6	4.49	0.33	5	42	H6.11	4.49	0.27	5
16	H4.9	4.55	0.27	5	43	H6.12	4.19	0.36	4
17	H4.10	4.54	0.32	5	44	H6.13	4.36	0.28	4
18	H4.11	4.49	0.27	5	45	H6.14	4.3	0.33	4
19	H4.12	3.91	0.39	4	46	H6.15	3.95	0.42	4
20	H4.13	4.37	0.27	4	47	H6.16	4.57	0.26	5
21	H4.14	4.3	0.33	4	48	H7.1	4.51	0.28	5
22	H4.15	3.86	0.4	4	49	H7.2	4.47	0.25	4
23	H4.16	4.59	0.25	5	50	H7.3	4.68	0.23	5
24	H5.1	4.48	0.27	4	51	H7.9	4.24	0.21	4
25	H5.3	4.58	0.26	5	52	H7.13	4.22	0.2	4
26	H5.6	4.47	0.31	5	53	H7.14	4.11	0.21	4
27	H5.9	4.26	0.2	4	54	H7.16	4.32	0.25	4

Fuente. Elaborado por el autor

Para el análisis descriptivo de la población, se ha utilizado boxplot que nos permite mostrar gráficamente cómo se distribuyen los datos. En las siguientes figuras se presentan los “Boxplots” relacionados a las respuestas de los encuestados respecto a la relación entre actividades y cualidades.

Como se puede observar en la Figura 50, la relación entre la actividad “adquisición del conocimiento” (A1) y las cualidades C1, C2, C3, C9 y C13 tienen una mediana entre 4 y 5 (relación “Alta” y “Muy alta”), y se distribuye de la misma forma, es decir, para que actividad “adquisición del conocimiento” sea de calidad, debe realizarse de manera: “completa”, “consistente”, “correcta”, “entendible” y “no redundante”. También se observan algunos outliers en la cualidad C13.

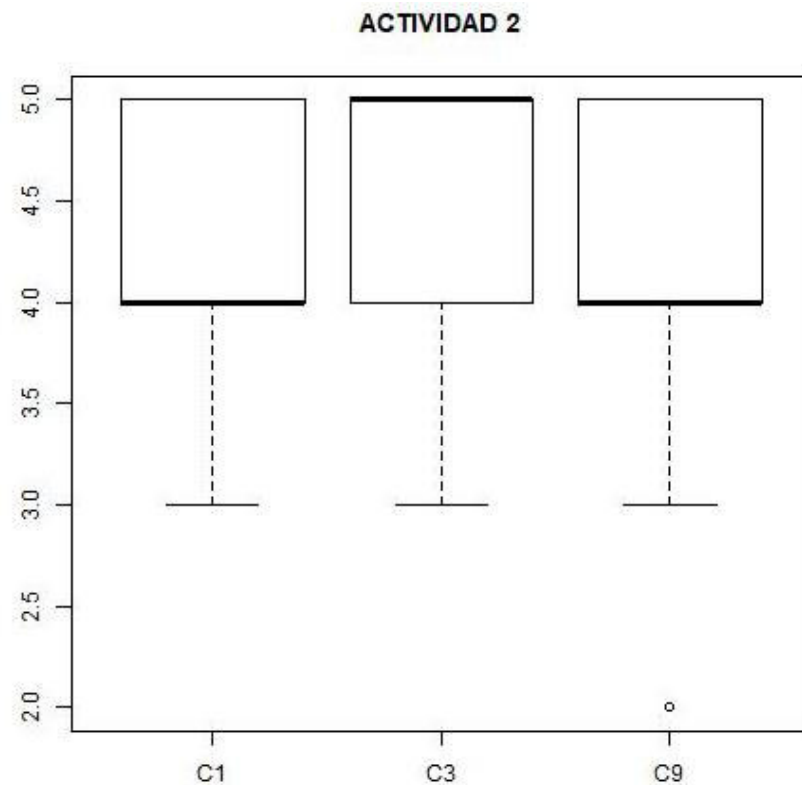
Figura 50. Boxplot (A1 ↔ C1, C2, C3, C9, C13)



Fuente. Elaborado por el autor

En la Figura 51, se observa la relación entre la actividad “identificación de fuentes” (A2) y las cualidades C1, C3 y C9 tienen una mediana entre 4 y 5 (relación “Alta” y “Muy alta”), y se distribuye de la misma forma, es decir, para que actividad “identificación de fuentes” sea de calidad, debe realizarse de manera: “completa”, “correcta” y “entendible”.

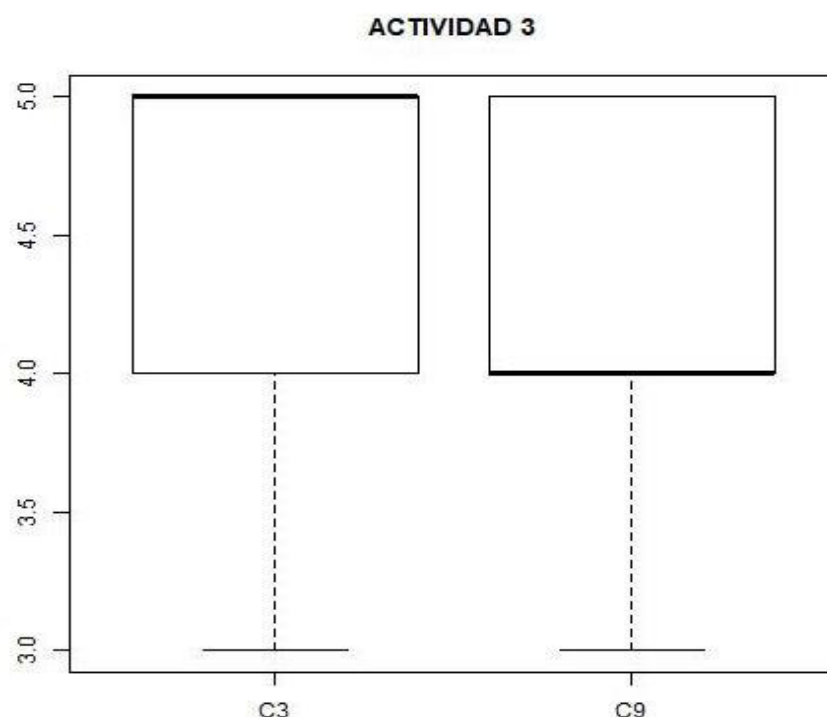
Figura 51. Boxplot (A2 ↔ C1, C3, C9)



Fuente. Elaborado por el autor

Como se puede observar en la Figura 52, la relación entre la actividad “definición de técnica” (A3) y las cualidades C3 y C9 tienen una mediana entre 4 y 5 (relación “Alta” y “Muy alta”) y, se distribuye de la misma forma, es decir, para que actividad “definición de técnica” sea de calidad, debe realizarse de manera: “correcta” y “entendible”.

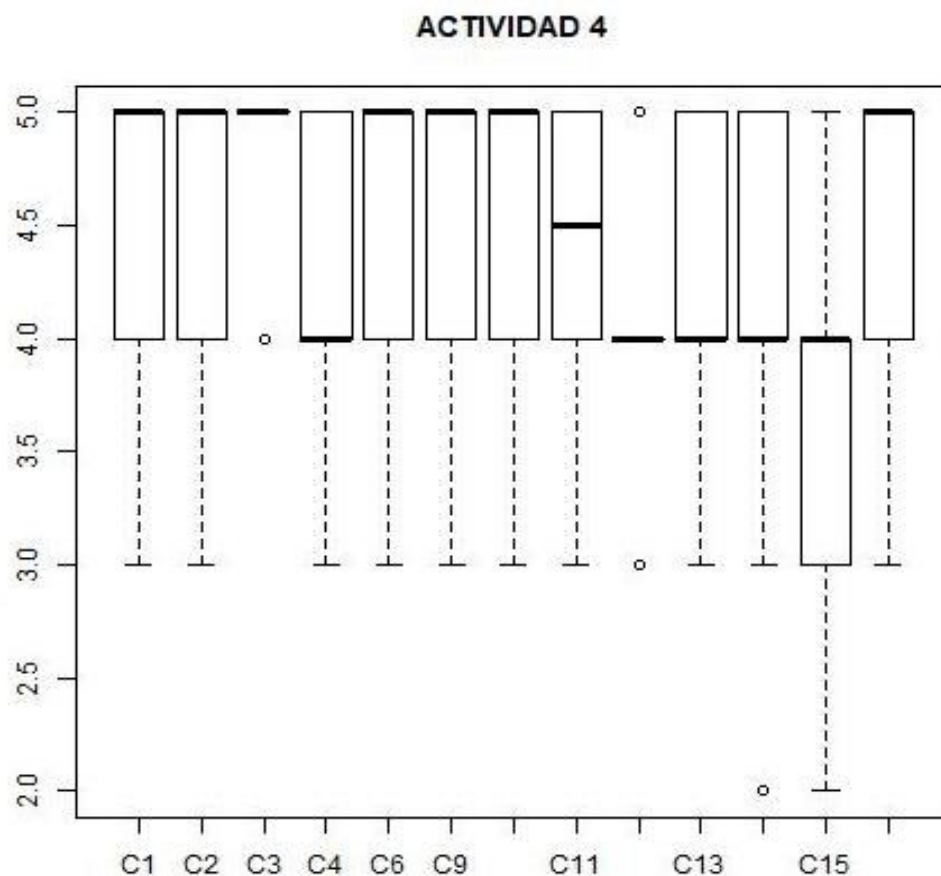
Figura 52. Boxplot (A3 ↔ C3, C9)



Fuente. Elaborado por el autor

La Figura 53 muestra que la relación entre la actividad “identificación de lista de deseos” (A4) y las cualidades C1, C2, C3, C4, C6, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16, tienen una mediana entre 4 y 5 (relación “Alta” y “Muy alta”), y se distribuye de la misma forma, es decir, para que actividad “identificación de lista de deseos” sea de calidad, debe realizarse de manera: “completo”, “consistente”, “correcto”, “no ambiguo”, “ranqueable”, “entendible”, “realista”, “claro”, “independiente”, “no redundante”, “breve”, “libre de implementación” y “necesario”. También se observan algunos outliers en las cualidades C3 y C12.

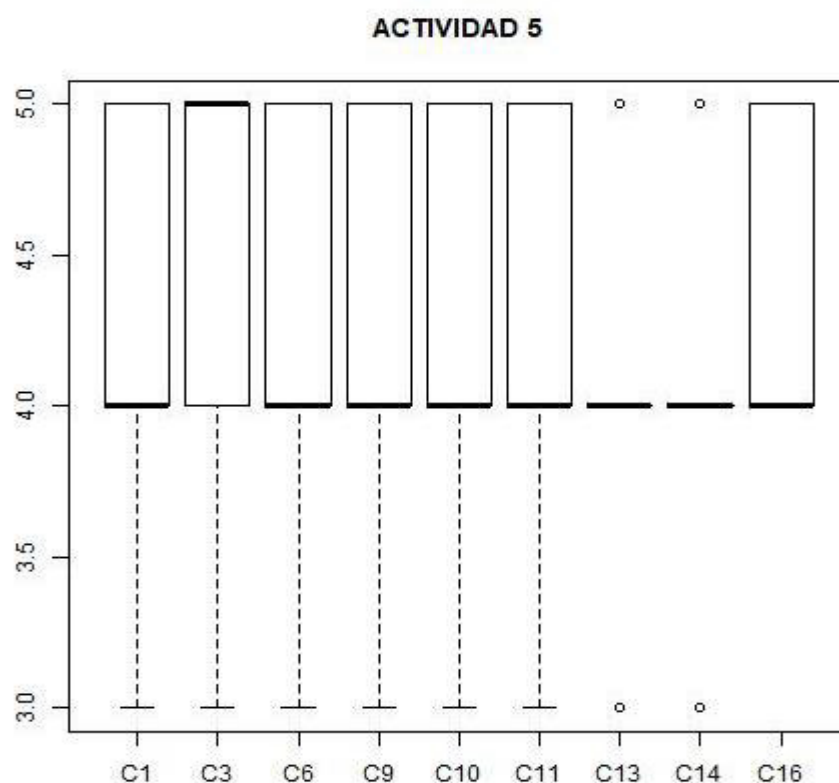
Figura 53. Boxplot (A4 ↔ C1,C2,C3,C4,C6,C9,C10,C11, C12,C13,C14,C15,C16)



Fuente. Elaborado por el autor

Como se puede observar en la Figura 54, la relación entre la actividad “integración de lista de deseos” (A5) y las cualidades C1, C3, C6, C9, C10, C11, C13, C14, C16, tienen una mediana entre 4 y 5 (relación “Alta” y “Muy alta”), y se distribuye de la misma forma, es decir, para que actividad “identificación de lista de deseos” sea de calidad, debe realizarse de manera: “completo”, “correcto”, “ranqueable”, “entendible”, “realista”, “claro”, “no redundante”, “breve” y “necesario”. También se observan algunos outliers en las cualidades C13 y C14.

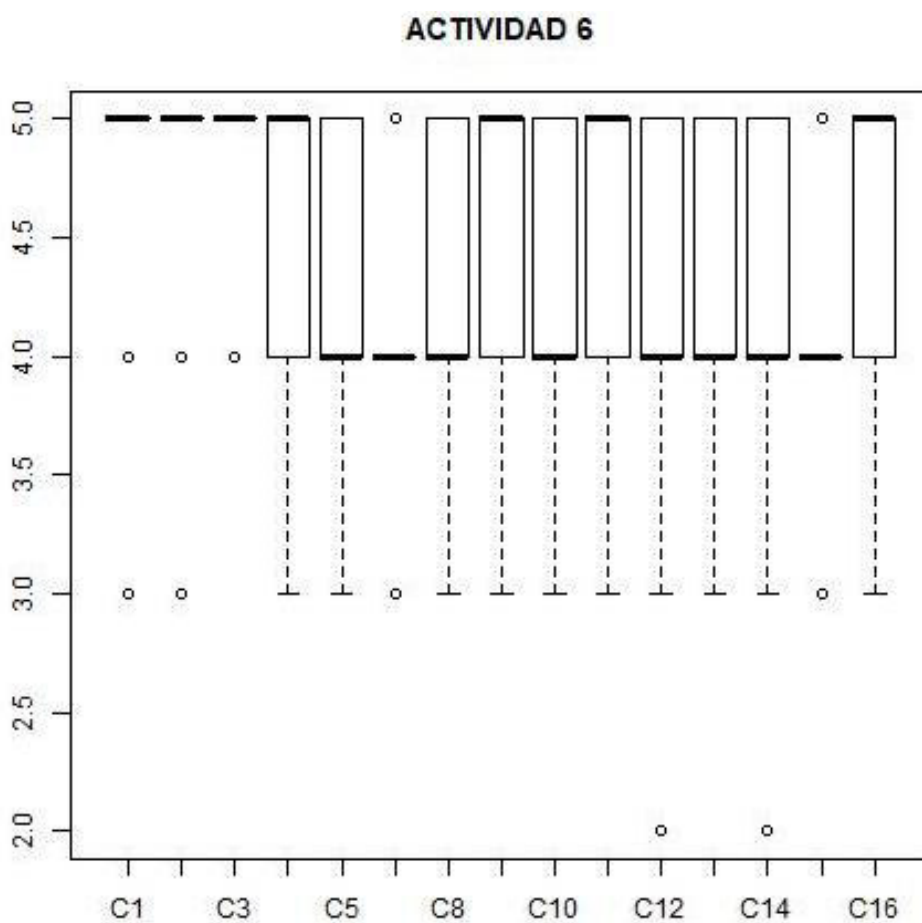
Figura 54. Boxplot (A5 ↔ C1, C3, C6, C9, C10, C11, C13, C14, C16)



Fuente. Elaborado por el autor

La Figura 55 muestra la relación entre la actividad “documentación” (A6) y las cualidades C1, C2, C3, C4, C5, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15 y C16, tienen una mediana entre 4 y 5 (relación “Alta” y “Muy alta”), y se distribuye de la misma forma, es decir, para que actividad “documentación” sea de calidad, debe realizarse de manera: “completo”, “consistente”, “correcto”, “no ambiguo”, “verificable”, “modificable”, “trazable”, “entendible”, “realista”, “claro”, “independiente”, “no redundante”, “breve”, “libre de implementación” y “necesario”. También se observan algunos outliers en las cualidades C1, C2, C3, C7, C12, C14 y C15.

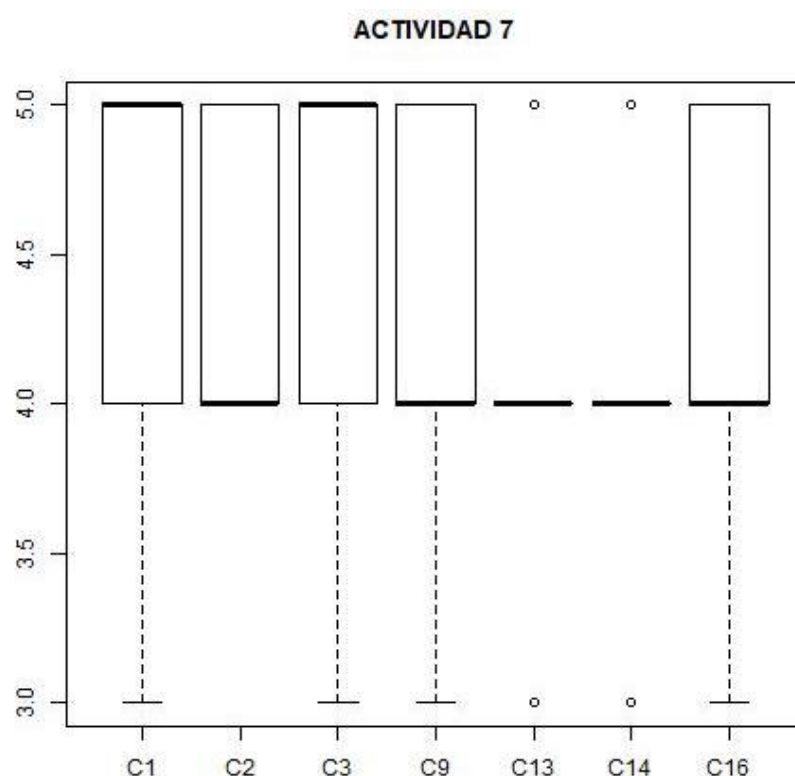
Figura 55. Boxplot (A6 ↔ C1,C2,C3,C4,C5,C7,C8,C9,C10, C11, C12,C13,C14,C15,C16)



Fuente. Elaborado por el autor

Como se puede observar en la Figura 56, la relación entre la actividad “refinamiento” (A7) y las cualidades C1, C2, C3, C9, C13, C14 y C16, tienen una mediana entre 4 y 5 (relación “Alta” y “Muy alta”), y se distribuye de la misma forma, es decir, para que actividad “refinamiento” sea de calidad, debe realizarse de manera: “completo”, “consistente”, “correcto”, “entendible”, “no redundante”, “claro” y “necesario”. También se observan algunos outliers en las cualidades C13 y C14.

Figura 56. Boxplot (A7 ↔ C1, C2, C3, C9, C13, C14, C16)



Fuente. Elaborado por el autor

5.5.3 Análisis de correspondencia simple (ACS)

Este tipo de análisis permite saber el nivel en que se relaciona más una actividad del proceso de elicitación de requisitos con una cualidad (Actividad ↔ Cualidad). En la Tabla 42, se muestra los valores propios (eigenvalues) para el cálculo del CA entre actividades y cualidades, donde se observa el valor asociado a la varianza (value) y el porcentaje de varianza para cada componente (percentage), y se observa que los dos primeros componentes pueden explicar el 69.30% de los datos de la muestra (44.72% +24.58%), por ello, se usó los componentes 1 y 2 (Dim1 y Dim2) y con estos valores se construyó las tablas de inercias que se muestran en las Tablas 43 y 44.

Tabla 42. Eigenvalues para el ACS entre (Actividades ↔ Cualidades)

Component	1	2	3	4	5	6
Value	0.305	0.168	0.099	0.057	0.032	0.021
Percentage	44.72%	24.58%	14.56%	8.39%	4.64%	3.11%

Fuente. Elaborado por el autor

Para representar gráficamente (mediante plot) la asociación de las actividades y cualidades, se construyó las tablas de inercia: filas (cualidades) y columnas (actividades) que se muestra en las Tablas 43 y 44.

En la Tabla 43, se observa el grado de contribución de cada cualidad a cada uno de los componentes (Dim1 y Dim2), con qué componente se relaciona más cada cualidad, la frecuencia total de cada punto (Mass), el valor de la distribución chi cuadrado (ChiDist) y el valor de inercia (inertia).

Tabla 43. Tabla de inercia de “Cualidades”

Cualidad	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Mass	0.1111	0.0556	0.0556	0.0370	0.0926	0.0738	0.0369	0.0741
ChiDist	0.6294	0.7266	0.7266	0.9695	0.5375	0.5866	0.9683	0.5841
Inertia	0.0440	0.0294	0.0294	0.0347	0.0268	0.0254	0.0346	0.0253
Dim. 1	-0.7446	0.8834	0.8834	1.4364	-0.2067	0.3175	1.4411	0.3214
Dim. 2	-0.0925	1.0064	1.0064	-0.3589	0.3508	0.8301	-0.3775	0.8282
Cualidad	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
Mass	0.0741	0.1298	0.0371	0.0185	0.0371	0.0185	0.0185	0.1296
ChiDist	0.8015	0.7595	0.9691	1.6122	1.2401	1.6122	1.6122	0.7584
Inertia	0.0476	0.0748	0.0348	0.0482	0.0570	0.0482	0.0482	0.0746
Dim. 1	-0.2048	-1.2009	1.4380	2.0003	0.3249	2.0003	2.0003	-1.1991
Dim. 2	-0.5015	-0.5357	-0.3651	-2.5922	2.8056	-2.5922	-2.5922	-0.5342

Fuente. Elaborado por el autor

De igual manera, en la Tabla 44, se observa el grado de contribución de cada *actividad* a cada uno de los componentes y con qué componente se relaciona más cada actividad.

Tabla 44. Tabla de inercia de “Actividades”

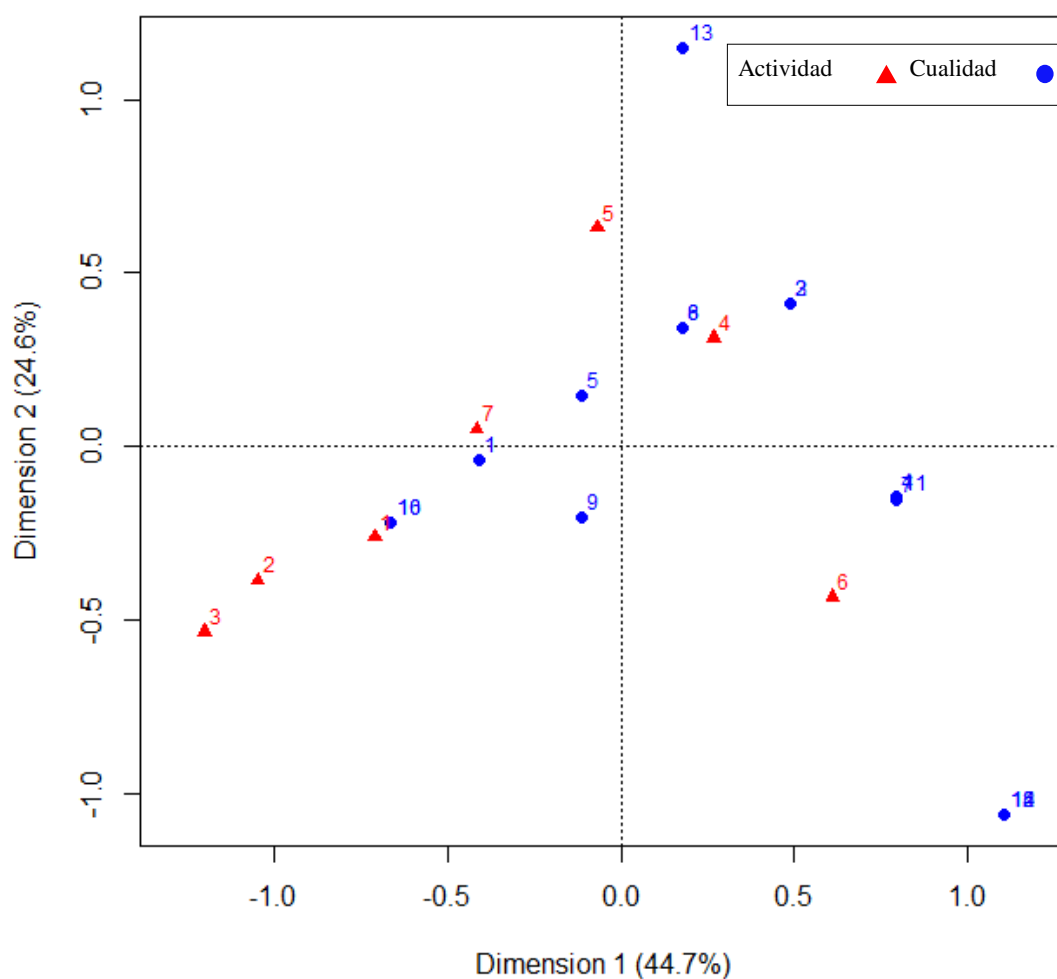
Actividad	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Mass	0.09247	0.05550	0.037071	0.240552	0.166821	0.277829	0.12975
ChiDist	0.97379	1.30916	1.689705	0.547644	0.738663	0.759487	0.73874
Inertia	0.08769	0.09513	0.105843	0.072145	0.091022	0.160257	0.07081
Dim. 1	-1.28796	-1.89628	-2.171449	0.483902	-0.124818	1.105425	-0.75414
Dim. 2	-0.64311	-0.94497	-1.305589	0.762929	1.536208	-1.062123	0.12032

Fuente. Elaborado por el autor

Además, tomando los datos de las tablas de inercia (Tablas 43 y 44), se diseñó la gráfica con plot (Figura 57), donde se está considerando la relación *Actividad* ↔ *Cualidad* con el valor 1 (si se relaciona), cuando la calificación de los encuestados es “igual o mayor 4” y, en caso contrario, el valor 0 (no se relaciona). En este gráfico, se observa, de manera visual, qué cualidades (círculos azules) se relacionan más con las actividades (triángulos rojos), es decir, cuanto más cercanos estén dos puntos significa que están más relacionados.

En la Figura 57, observamos lo siguientes relaciones simples de cada actividad: i) Adquisición del conocimiento: (A1, C1) (A1, C9), ii) Identificación de fuentes: (A2, C1) y (A2, C9), iii) Definición de técnica: (A3, C9), iv) Identificación de lista de deseos: (A4, C2), (A4, C3), (A4, C4), y (A4, C11), v) Integración de lista de deseos (A5, C3), (A5, C6) y (A5, C13), vi) Documentación: (A6, C4), (A6, C7), (A6, C11), (A6, C12), (A6, C14), (A6, C15) y (A6, C6) y vii) Refinamiento: (A7, C1), (A7, C9) y (A7, C16).

Figura 57. Análisis de correspondencia simple entre (Actividades ↔ Cualidades)



Fuente. Elaborado por el autor

5.5.4 Análisis de correspondencia múltiple (ACM)

En esta sección se muestra los resultados obtenidos del Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM) y la finalidad de este análisis es saber el grado de relación entre una actividad del proceso de elicitación de requisitos con más de una cualidad (Actividad ↔ Cualidades) (Díaz & Morales 2012). En la Tabla 45, podemos observar las relaciones ACM obtenidas, por ejemplo: la actividad “*adquisición del conocimiento*” se relaciona con las

cualidades *completo* (C1), *consistente* (C2), *correcto* (C3), *entendible* (C9) y *no redundante* (C13).

Tabla 45. Relación del ACM entre (Actividades ↔ Cualidades)

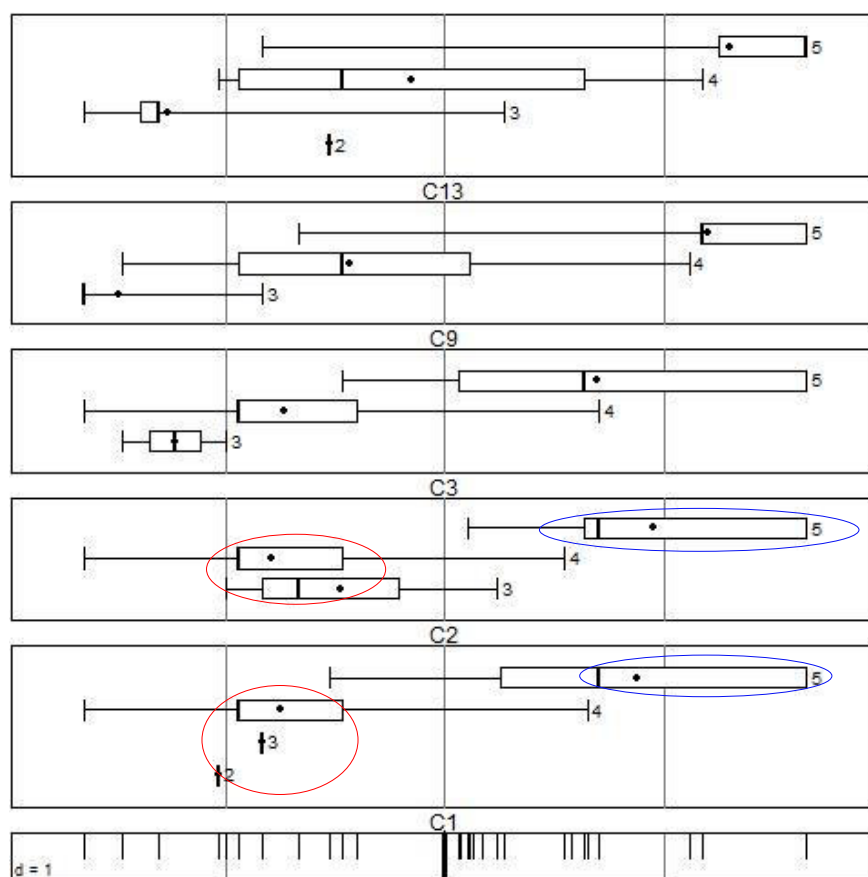
Actividades	Cualidades
A1	↔ C1, C2, C3, C9, C13
A2	↔ C1, C3, C9
A3	↔ C3, C9
A4	↔ C1, C2, C3, C4, C6, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16
A5	↔ C1, C3, C6, C9, C10, C11, C13, C14, C16
A6	↔ C1, C2, C3, C4, C5, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16
A7	↔ C1, C2, C3, C9, C13, C14, C16

Fuente. Elaborado por el autor

5.5.4.1 Relación de la actividad “Adquisición del conocimiento” (A1 ↔ C1, C2, C3, C9, C13)

La Figura 58 muestra la distribución de las calificaciones de los encuestados sobre la percepción del nivel de relación entre la actividad adquisición del conocimiento (A1) y las cualidades: completo (C1), consistente (C2), correcto (C3), entendible (C9) y no redundante (C13), y se observa que las calificaciones para las cualidades C1 y C2 se separan en dos grupos: (i) grupo azul, con calificaciones “Muy altas” (5) y, (ii) grupo rojo, con calificaciones “Altas”, “Medias” y algunas “Bajas” (4, 3, 2). Para el resto de las cualidades no se observan grupos.

Figura 58. Distribución de calificaciones de la relación entre (A1 ↔ C1, C2, C3, C9, C13)



Fuente. Elaborado por el autor

En la Tabla 46 se observa que, la percepción de los encuestados sobre el nivel de relación de la actividad “adquisición del conocimiento” (A1), sobre las cualidades: completo (C1), consistente (C2), correcto (C3), entendible (C9) y no redundante (C13), en promedio alcanzan más del 96.40% para las calificaciones 4 y 5 (“Alta” y “Muy alta” relación).

Tabla 46. Percepción de encuestados sobre el nivel de relación (A1 ↔ C1, C2, C3, C9, C13)

Relación	Calificación				
	1	2	3	4	5
H1.1	0.00	0.01	0.01	0.53	0.46
H1.2	0.00	0.00	0.02	0.53	0.45
H1.3	0.00	0.00	0.01	0.47	0.52
H1.9	0.00	0.00	0.03	0.69	0.28
H1.13	0.00	0.01	0.11	0.70	0.19

Fuente. Elaborado por el autor

También, se ha determinado los vectores propios, su posición en el gráfico (coordenadas de las columnas), su contribución a cada componente, la calidad de representantes por columna y en porcentaje, para identificar el Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM) entre la actividad “adquisición del conocimiento” (A1) y las cualidades C1, C2, C3, C9, C13) (ver *Anexo C.1*).

Para representar estos valores gráficamente se presente el primer plano factorial del ACM (Figura 59), donde se observa lo siguiente: las calificaciones de todas las cualidades (superior-izquierda) respecto a la actividad “adquisición del conocimiento” (A1), los 180 encuestados (superior-derecha), las calificaciones y los encuestados simultáneamente (inferior-izquierda) y la proyección de las empresas superpuesta con las calificaciones (inferior-derecha). Donde se pueden leer las principales relaciones: encontramos las calificaciones “Alta” y “Muy alta” (4 y 5), de las cualidades (C1, C2, C3, C9, C13) que están fuertemente relacionadas (superior-izquierda), los encuestados indican que estas cualidades se relacionan con la actividad adquisición del conocimiento (A1) (inferior-izquierda) y, por último, se ve que las empresas indican que estas

Figura 59. Plano factorial del ACM (A1 ↔ C1, C2, C3, C9, C13)

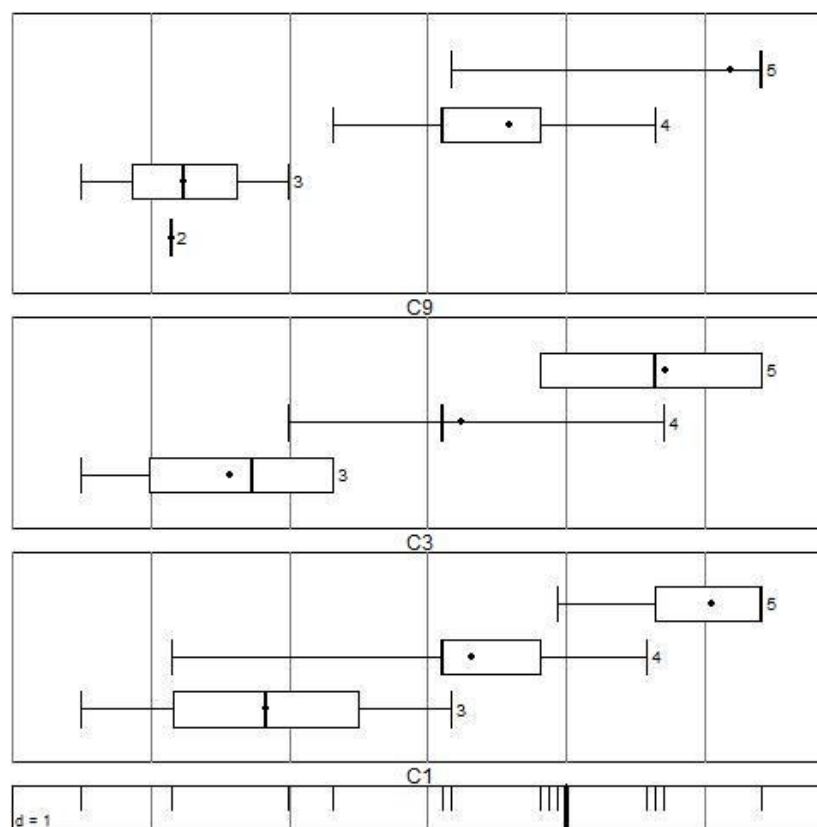


Fuente. Elaborado por el autor

5.5.4.2 Relación de la actividad “Identificación de fuentes” (A2 ↔ C1, C3, C9)

La Figura 60 muestra la distribución de las calificaciones de los encuestados sobre la percepción del nivel de relación entre la actividad “identificación de fuentes” (A2) y las cualidades: completo (C1), correcto (C3) y entendible (C9) y, se observa que, las calificaciones se encuentran ordenadas de una forma escalonada, es decir, no existen grupos.

Figura 60. Distribución de calificaciones de la relación (A2 ↔ C1, C3, C9)



Fuente. Elaborado por el autor

En la Tabla 47 se observa la percepción de los encuestados sobre el nivel de relación entre la actividad *identificación de fuentes* (A2) y las cualidades: *completo* (C1), *correcto* (C3) y *entendible* (C9), en promedio, alcanzan más del 98.33% para las calificaciones 4 y 5 (“Alta” y “Muy alta”) relación.

Tabla 47. Percepción de encuestados sobre el nivel de relación (A2 ↔ C1, C3, C9)

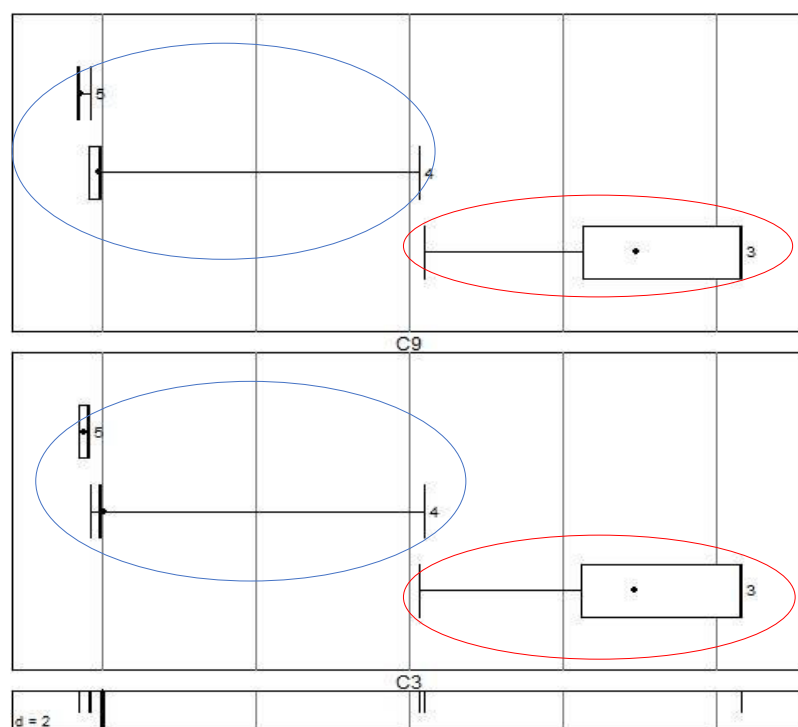
Relación	Calificación				
	1	2	3	4	5
H2.1	0.00	0.00	0.01	0.58	0.41
H2.3	0.00	0.00	0.02	0.44	0.54
H2.9	0.00	0.01	0.01	0.70	0.28

Fuente. Elaborado por el autor

5.5.4.3 Relación de la actividad “Definición de técnica” (A3 ↔ C3, C9)

La Figura 61 muestra la distribución de las calificaciones de los encuestados sobre la percepción del nivel de relación entre la actividad *definición de técnica* (A3) y las cualidades: *correcto* (C3) y *entendible* (C9), así, se observa que las calificaciones para las cualidades C3 y C9 se separan en dos grupos: i) grupo azul, con calificaciones “Muy altas” y “Altas” (5, 4), y ii) grupo rojo, con calificaciones “Medias” (3).

Figura 61. Distribución de calificaciones de la relación (A3 ↔ C3, C9)



Fuente. Elaborado por el autor

En las Tabla 48 se observa la percepción de los encuestados sobre el nivel de relación entre la actividad *definición de técnica* (A3) y las cualidades: *correcto* (C3) y *entendible* (C9), en promedio, alcanzan más del 98.50% para las calificaciones 4 y 5 (“Alta” y “Muy alta”) relación.

Tabla 48. Percepción de encuestados sobre el nivel de relación (A3 ↔ C3 C9)

Relación	Calificación				
	1	2	3	4	5
H3.3	0.00	0.00	0.02	0.42	0.57
H3.9	0.00	0.00	0.02	0.67	0.31

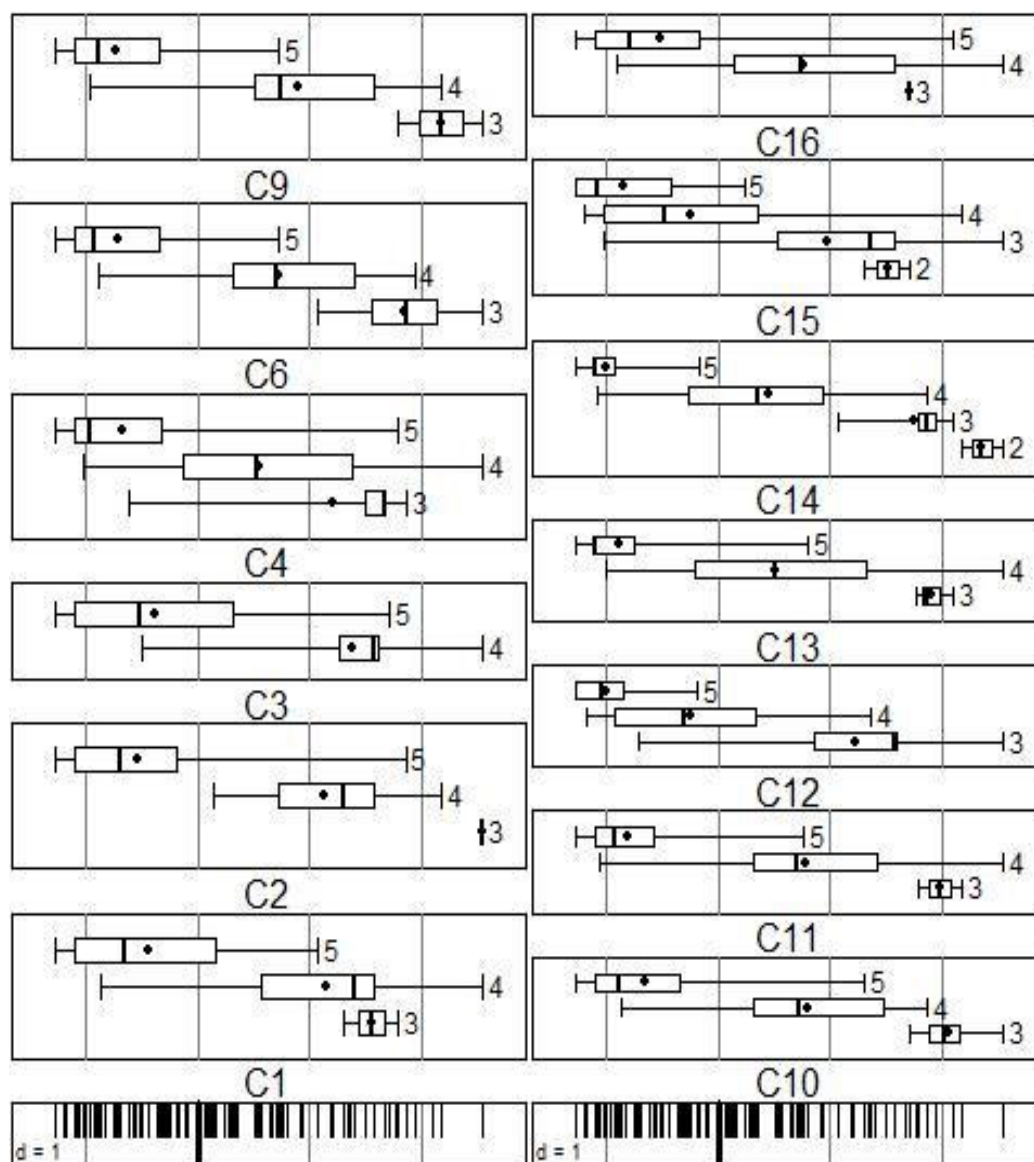
Fuente. Elaborado por el autor

5.5.4.4 Relación de la actividad “Identificación de lista de deseos” (A4 ↔ C1, C2, C3, C4, C6, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16)

La Figura 62 muestra la distribución de las calificaciones de los encuestados sobre la percepción del nivel de relación entre la actividad *identificación de lista de deseos* (A4) y las cualidades: *completo* (C1), *consistente* (C2), *correcto* (C3), *no ambiguo* (C4), *ranqueable* (C6), *entendible* (C9), *factible* (C10), *claro* (C11), *independiente* (C12), *no redundante* (C13), *breve* (C14), *libre de implementación* (C15) y *necesario* (C16), y se observa que las calificaciones se encuentran ordenadas de una forma escalonada, es decir, no existen grupos.

En las Tabla 49 se observa la percepción de los encuestados sobre el nivel de relación entre la actividad *identificación de lista de deseos* (A4) y las cualidades: *completo* (C1), *consistente* (C2), *correcto* (C3), *no ambiguo* (C4), *ranqueable* (C6), *entendible* (C9), *factible* (C10), *claro* (C11), *independiente* (C12), *no redundante* (C13), *breve* (C14), *libre de implementación* (C15) y *necesario* (C16), en promedio, alcanzan más del 94.62% para las calificaciones 4 y 5 (“Alta” y “Muy alta”) relación.

Figura 62. Distribución de calificaciones de la relación (A4 ↔
C1,C2,C3,C4,C6,C9, C10,C11,C12,C13,C14,C15,C16)



Fuente. Elaborado por el autor

Tabla 49. Percepción de encuestados sobre el nivel de relación (A4 ↔ C1,C2,C3,C4,C6,C9, C10,C11,C12,C13,C14,C15,C16)

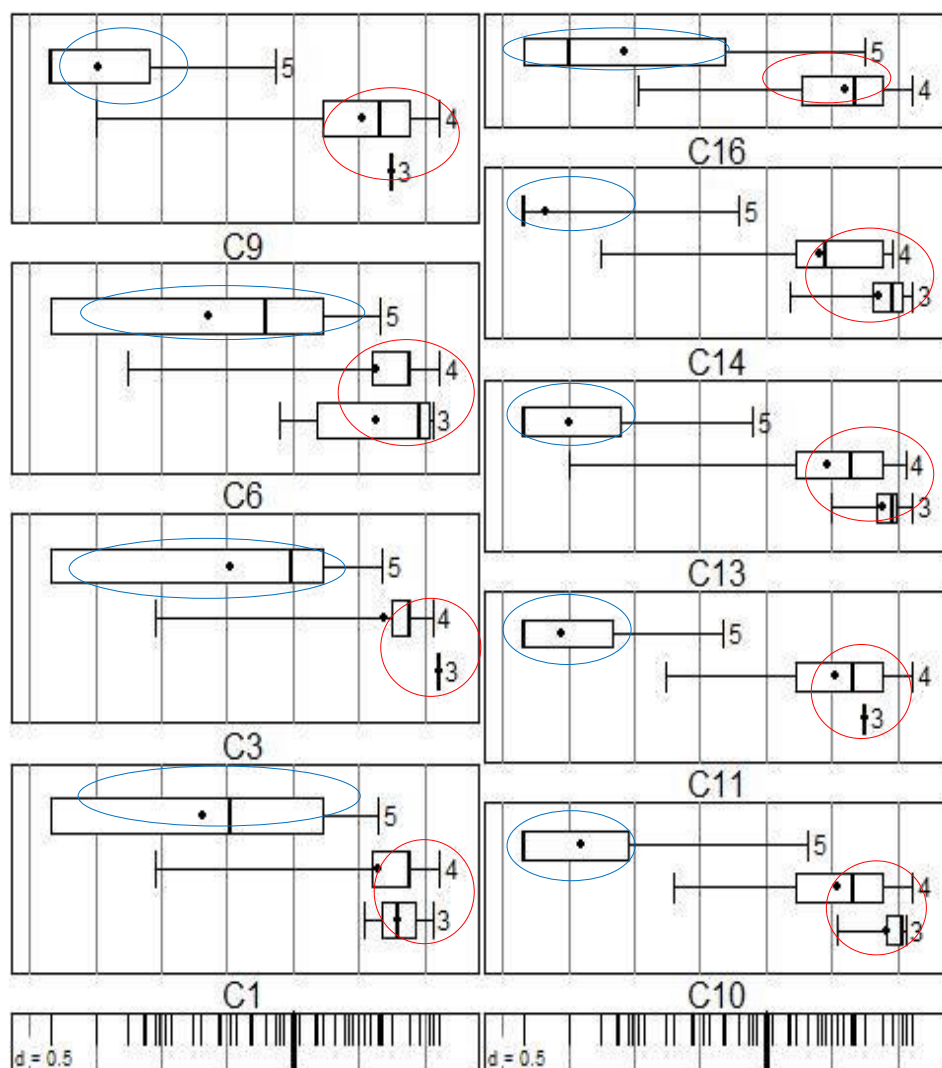
Relación	Calificación				
	1	2	3	4	5
H4.1	0.00	0.00	0.01	0.27	0.72
H4.2	0.00	0.00	0.01	0.32	0.68
H4.3	0.00	0.00	0.00	0.22	0.78
H4.4	0.00	0.00	0.03	0.51	0.46
H4.6	0.00	0.00	0.04	0.43	0.53
H4.9	0.00	0.00	0.01	0.43	0.56
H4.10	0.00	0.00	0.03	0.39	0.58
H4.11	0.00	0.00	0.01	0.49	0.50
H4.12	0.00	0.00	0.24	0.60	0.16
H4.13	0.00	0.00	0.02	0.60	0.38
H4.14	0.00	0.01	0.03	0.61	0.35
H4.15	0.00	0.01	0.25	0.61	0.13
H4.16	0.00	0.00	0.01	0.39	0.60

Fuente. Elaborado por el autor

5.5.4.5 Relación de la actividad “Integración de lista de deseos” (A5 ↔ C1, C3, C6, C9, C10, C11, C13, C14, C16)

La Figura 63 muestra la distribución de las calificaciones de los encuestados sobre la percepción del nivel de relación entre la actividad *integración de lista de deseos* (A5) y las cualidades: *completo* (C1), *correcto* (C3), *ranqueable* (C6), *entendible* (C9), *factible* (C10), *claro* (C11), *no redundante* (C13), *breve* (C14) y *necesario* (C16), y se observa que todas las calificaciones se separan en dos grupos: (i) grupo azul, con calificaciones “Muy altas” (5) y, (ii) grupo rojo, con calificaciones “Altas” o “Medias” (4 o 3).

Figura 63. Distribución de calificaciones de la relación (A5 ↔ C1, C3, C6, C9, C10, C11, C13, C14, C16)



Fuente. Elaborado por el autor

En las Tabla 50 se observa la percepción de los encuestados sobre el nivel de relación entre la actividad *integración de lista de deseos* (A5) y las cualidades: *completo* (C1), *correcto* (C3), *ranqueable* (C6), *entendible* (C9), *factible* (C10), *claro* (C11), *no redundante* (C13), *breve* (C14) y *necesario* (C16), en promedio, alcanzan más del 98.22% para las calificaciones 4 y 5 (“Alta” y “Muy alta”) relación.

Tabla 50. Percepción de encuestados sobre el nivel de relación (A5 ↔ C1, C3, C6, C9, C10, C11, C13, C14, C16)

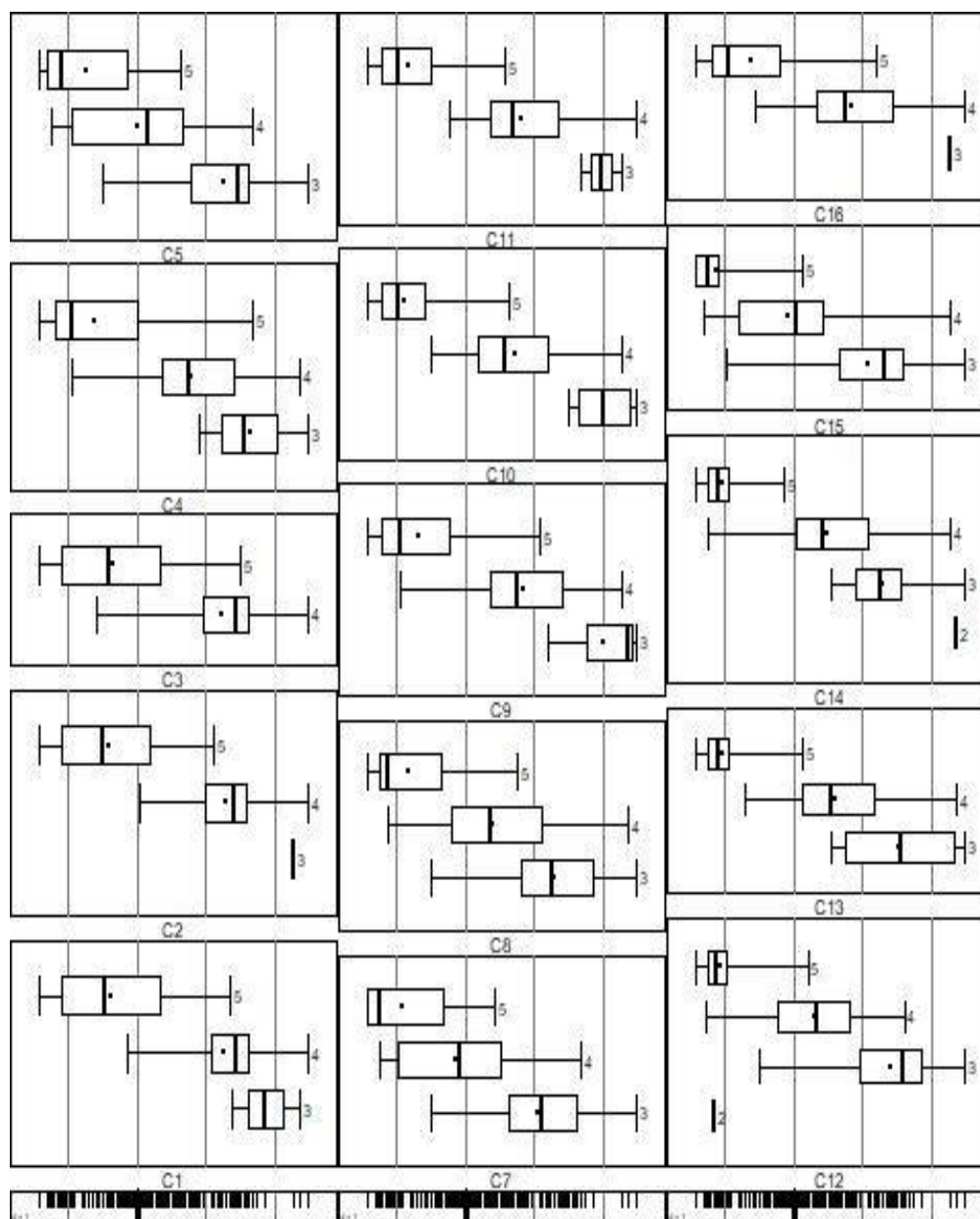
Relación	Calificación				
	1	2	3	4	5
H5.1	0.00	0.00	0.01	0.50	0.49
H5.3	0.00	0.00	0.01	0.41	0.59
H5.6	0.00	0.00	0.03	0.48	0.49
H5.9	0.00	0.00	0.01	0.73	0.26
H5.10	0.00	0.00	0.02	0.69	0.28
H5.11	0.00	0.00	0.01	0.74	0.26
H5.13	0.00	0.00	0.02	0.73	0.24
H5.14	0.00	0.00	0.06	0.74	0.21
H5.16	0.00	0.00	0.00	0.64	0.36

Fuente. Elaborado por el autor

5.5.4.6 Relación de la actividad “Documentación” (A6 ↔ C1, C2, C3, C4, C5, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16)

La Figura 64 muestra la distribución de las calificaciones de los encuestados sobre la percepción del nivel de relación entre la actividad *documentación* (A6) y las cualidades: *completo* (C1), *consistente* (C2), *correcto* (C3), *no ambiguo* (C4), *verificable* (C5), *modificable* (C7), *trazable* (C8), *entendible* (C9), *factible* (C10), *claro* (C11), *independiente* (C12), *no redundante* (C13), *breve* (C14), *libre de implementación* (C15) y *necesario* (C16), y se observa que las calificaciones se encuentran ordenadas de una forma escalonada, es decir, no existen grupos.

Figura 64. Distribución de calificaciones de la relación (A6 ↔ C1,C2,C3,C4,C5,C7,C8,C9, C10,C11,C12,C13,C14,C15,C16)



Fuente. Elaborado por el autor

En las Tabla 51 se observa la percepción de los encuestados sobre el nivel de relación entre la actividad *documentación* (A6) y las cualidades: *completo* (C1), *consistente* (C2), *correcto* (C3), *no ambiguo* (C4), *verificable* (C5), *modificable* (C7), *trazable* (C8), *entendible* (C9), *factible* (C10), *claro* (C11),

independiente (C12), no redundante (C13), breve (C14), libre de implementación (C15) y necesario(C16), en promedio, alcanzan más del 94.00% para las calificaciones 4 y 5 (“Alta” y “Muy alta”) relación.

Tabla 51. Percepción de encuestados sobre el nivel de relación (A6 y C1,C2,C3,C4,C5,C7,C8,C9, C10,C11,C12,C13,C14,C15,C16)

Relación	Calificación				
	1	2	3	4	5
H6.1	0.00	0.00	0.01	0.21	0.78
H6.2	0.00	0.00	0.01	0.24	0.76
H6.3	0.00	0.00	0.00	0.22	0.78
H6.4	0.00	0.00	0.02	0.42	0.57
H6.5	0.00	0.00	0.14	0.60	0.26
H6.7	0.00	0.00	0.23	0.60	0.17
H6.8	0.00	0.00	0.06	0.58	0.36
H6.9	0.00	0.00	0.02	0.42	0.56
H6.10	0.00	0.00	0.02	0.51	0.47
H6.11	0.00	0.00	0.01	0.48	0.51
H6.12	0.00	0.01	0.08	0.63	0.28
H6.13	0.00	0.00	0.02	0.60	0.38
H6.14	0.00	0.01	0.04	0.59	0.36
H6.15	0.00	0.00	0.23	0.58	0.18
H6.16	0.00	0.00	0.01	0.42	0.58

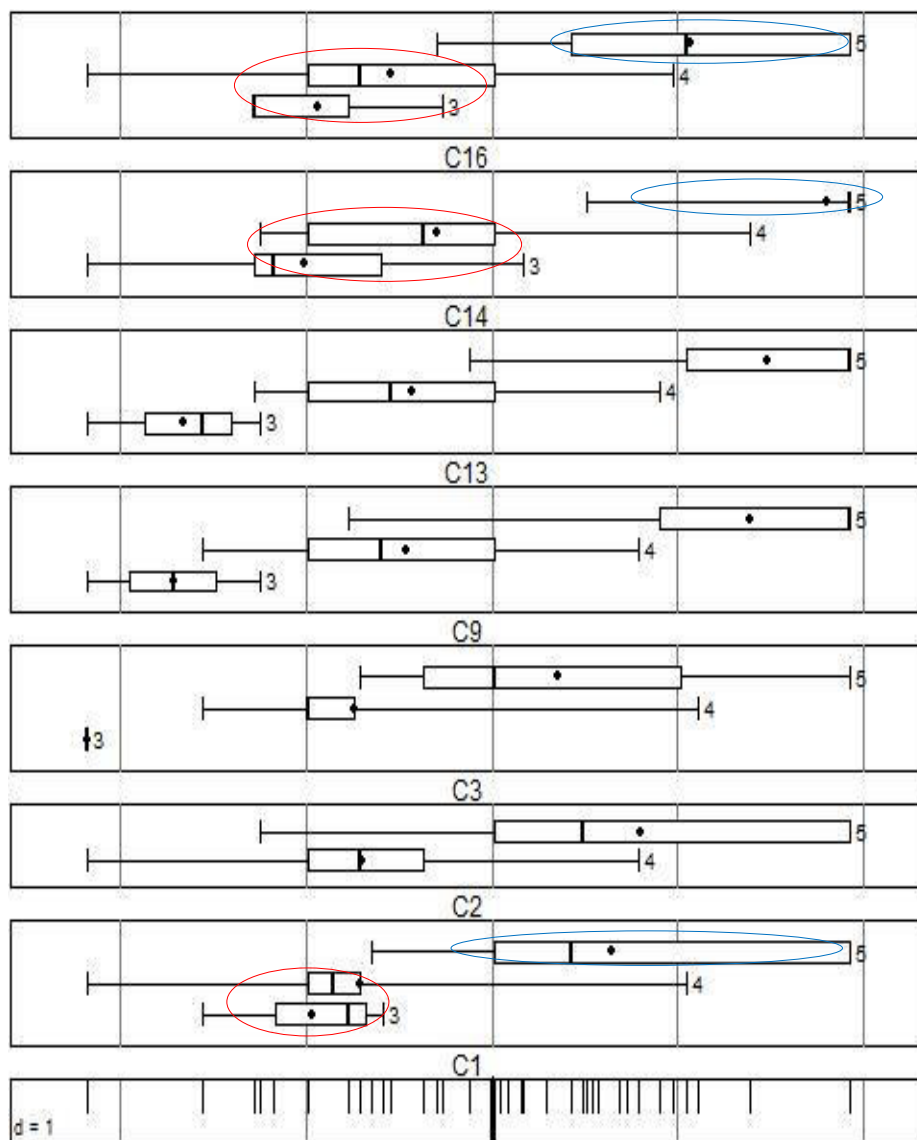
Fuente. Elaborado por el autor

5.5.4.7 Relación de la actividad “Refinamiento” (A7 ↔ C1, C2, C3, C9, C13)

La Figura 65 la distribución de las calificaciones de los encuestados sobre la percepción del nivel de relación entre la actividad *refinamiento* (A7) y las cualidades: *completo* (C1), *consistente* (C2), *correcto* (C3), *entendible* (C9),

no redundante (C13), breve (C14) y necesario (C16), y se observa que las calificaciones de las cualidades C1, C14 y C16 se separan en dos grupos: i) grupo azul, con calificaciones “muy altas” (5), y ii) grupo rojo, con calificaciones “Altas” o “Medias” (4,3). Y las demás calificaciones se encuentran ordenadas de una forma escalonada.

Figura 65. Distribución de calificaciones de la relación (A7 ↔ C1, C2, C3, C9, C13, C14, C16)



Fuente. Elaborado por el autor

En las Tabla 52 se observa la percepción de los encuestados sobre el nivel de relación entre la actividad *refinamiento* (A7) y las cualidades: *completo* (C1), *consistente* (C2), *correcto* (C3), *entendible* (C9), *no redundante* (C13), *breve* (C14) y *necesario* (C16), en promedio, alcanzan más del 98.14% para las calificaciones 4 y 5 (“Alta” y “Muy alta”) relación.

Tabla 52. Percepción de encuestados sobre el nivel de relación (A7 ↔ C1, C2, C3, C9, C13, C14, C16)

Relación	Calificación				
	1	2	3	4	5
H7.1	0.00	0.00	0.02	0.46	0.53
H7.2	0.00	0.00	0.00	0.53	0.47
H7.3	0.00	0.00	0.01	0.31	0.68
H7.9	0.00	0.00	0.01	0.73	0.26
H7.13	0.00	0.00	0.02	0.75	0.23
H7.14	0.00	0.00	0.06	0.78	0.16
H7.16	0.00	0.00	0.02	0.64	0.34

Fuente. Elaborado por el autor

En resumen, en las Figura 66, 67, 68, 69, 70 y 71 se muestra el plano factorial del Análisis de Correspondencia Múltiple, de las actividades: *Identificación de fuentes*, *Definición de técnica*, *Identificación de lista de deseos*, *Integración de lista de deseos*, *Documentación* y *Refinamiento* respectivamente. Estos gráficos fueron elaborados en base a los valores obtenidos del ACM que se encuentran en los *Anexos C.2, C.3, C.4, C.5, C.6* y *C.7* respectivamente.

Figura 66. Plano factorial del ACM de A2 \leftrightarrow C1, C3, C9

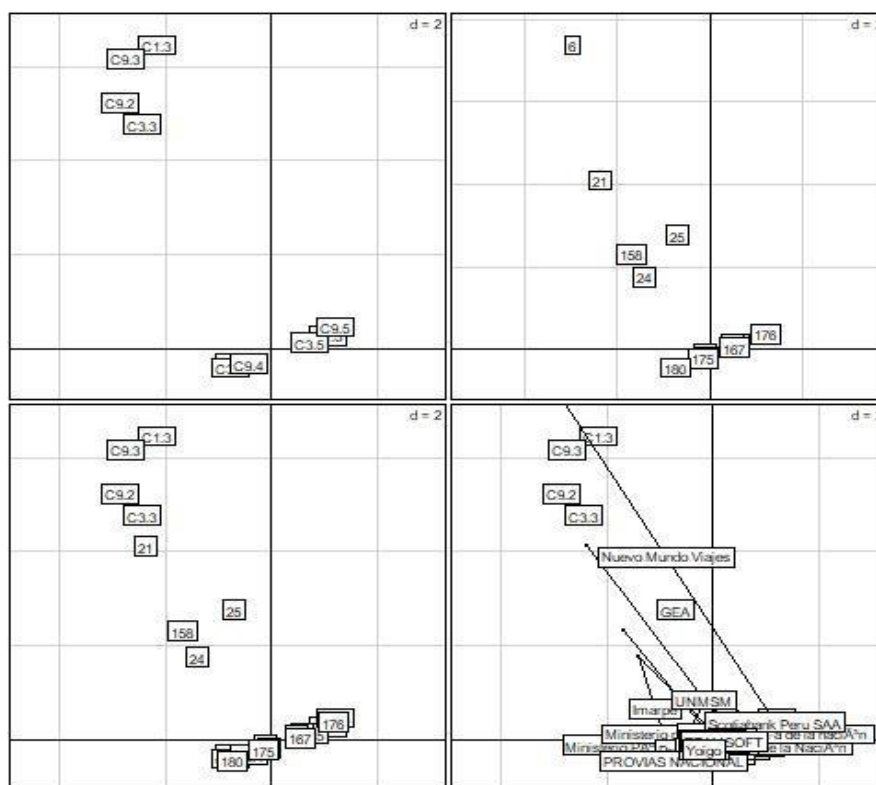


Figura 67. Plano factorial del ACM de A3 \leftrightarrow C3, C9

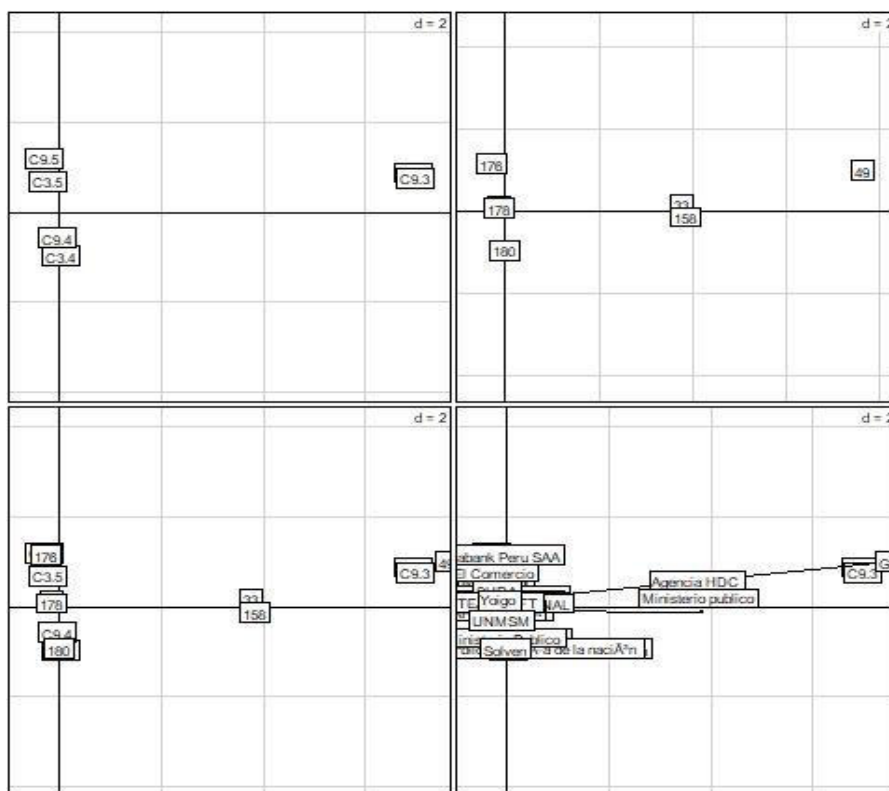


Figura 68. Plano factorial del ACM de A4 ↔ C1,C2,C3,C4,C6,C9, C10, C11, C12, C13,C14,C15,C16

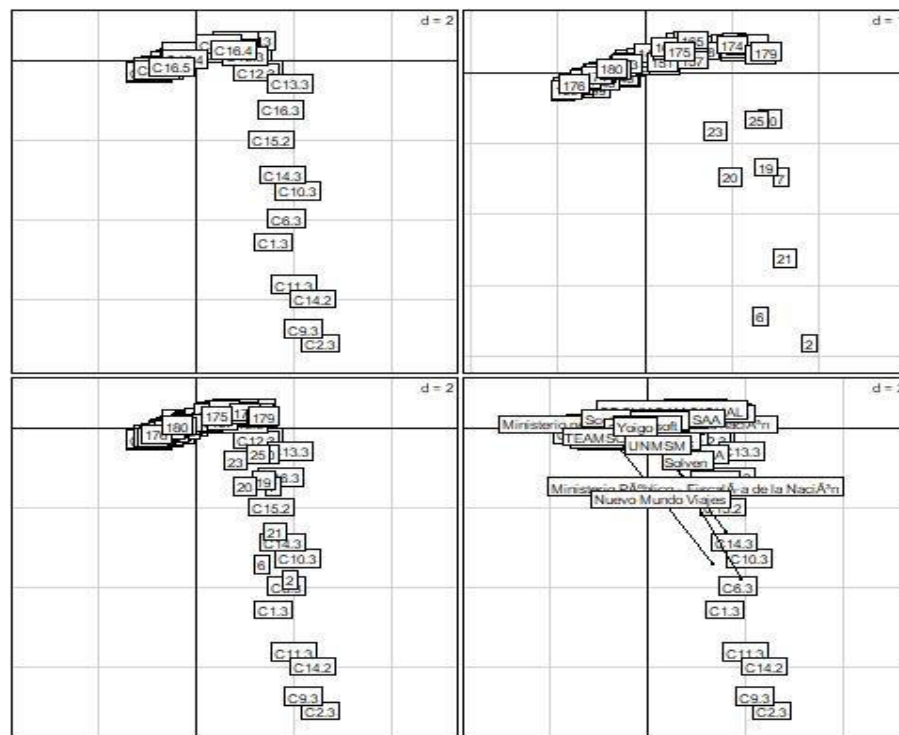


Figura 69. Plano factorial del ACM de A5 ↔ C1, C3, C6, C9, C10, C11, C13, C16

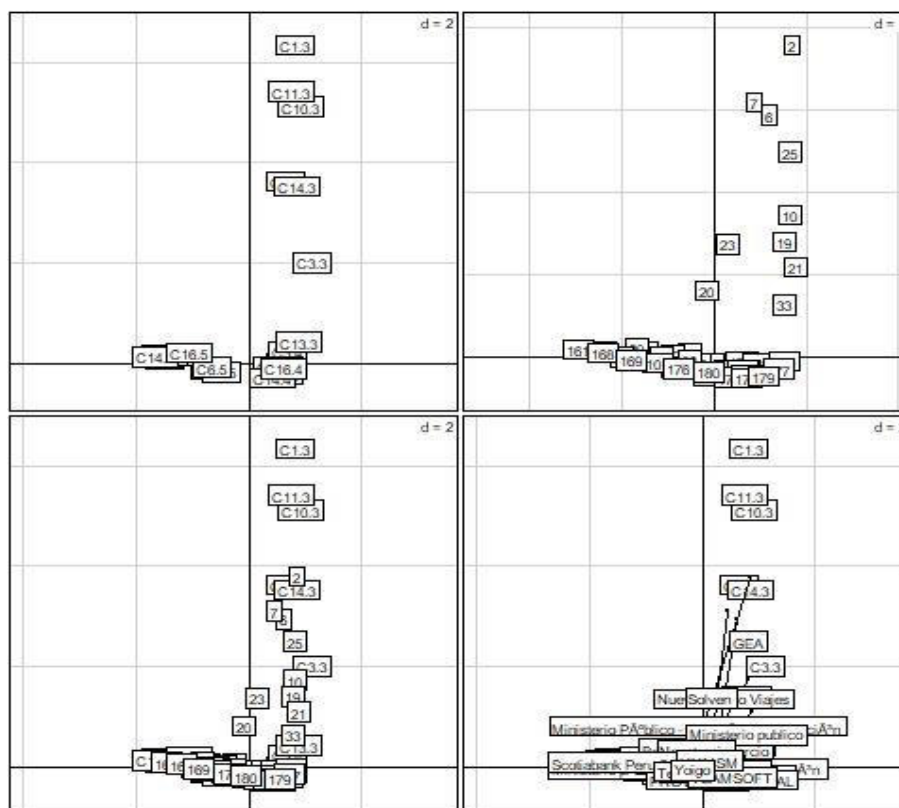


Figura 70. Plano factorial del ACM de A6↔ C1,C2,C3,C4,C5,C7,C8,C9, C10,C11,C12,C13,C14,C15,C16

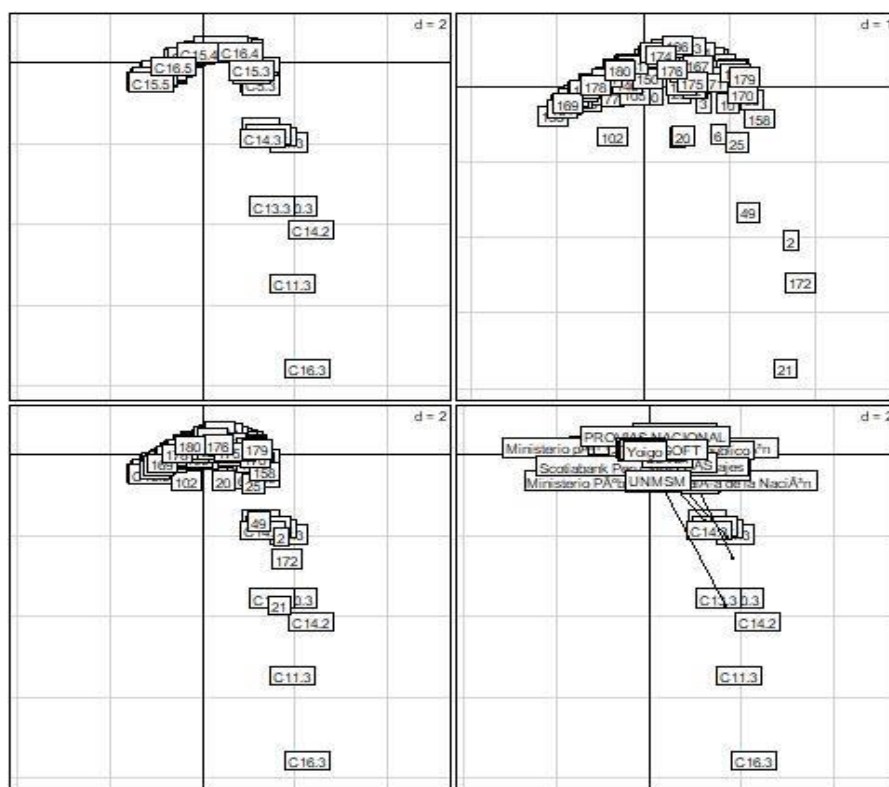
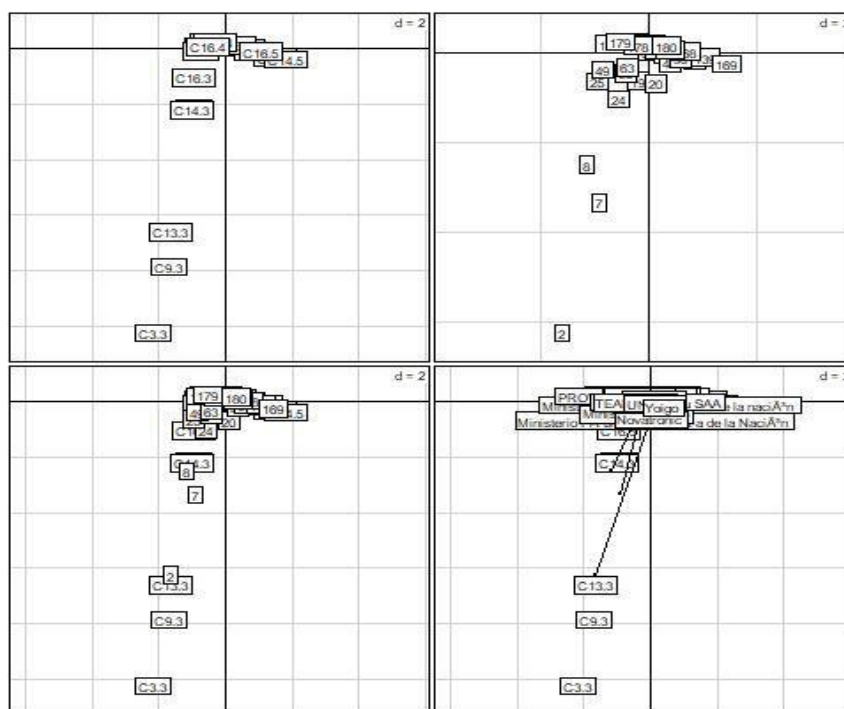


Figura 71. Plano factorial del ACM de A7↔ C1, C2, C3, C9, C13, C14, C16



Fuente. Elaborado por el autor

5.5.5 Prueba de hipótesis (T-Student)

En esta sección, también se aplica la distribución T-Student, con la finalidad de constatar las hipótesis planteadas, de la misma manera que se realizó en el estudio anterior. Donde se formularon la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_a). Y se definieron las siguientes reglas de decisión:

- $H_0 = \mu < 4$ (Los encuestados opinan que el grado de relación entre la actividad y la cualidad es menor a 4)
- $H_a = \mu \geq 4$ (Los encuestados opinan que el grado de relación entre la actividad y la cualidad es mayor o igual a 4)

Se ha considerado a $\mu \geq 4$ porque las calificaciones 4 y 5 corresponde a “Alta” y “Muy alta” relación, según la escala de calificación que se encuentra en el cuestionario planteado (ver Anexo A.2).

La Tabla 53 muestra los resultados de la prueba de hipótesis T-Student que se ha realizado a las hipótesis planteadas entre *Actividades* y *Cualidades*, de acuerdo a Eq. (2). Donde se muestra las hipótesis, el valor calculado de t , el grado de libertad (df), la probabilidad de error (p -value), el porcentaje de confianza, los valores estimados mínimo y máximo de la *media* y el resultado de la prueba, donde se observa que se aceptan todas las hipótesis planteadas.

Donde se observa que, en la mayoría de los casos (H.1.1, H.1.2, H.1.3, H.1.9, H.1.13, H.2.1, H.2.3, H.2.9, H.3.3, H.3.9, H.4.1, H.4.2, H.4.3, H.4.4, H.4.6, H.4.9, H.4.10, H.4.11, H.4.13, H.4.14 y H.4.16, H.5.1, H.5.3, H.5.6, H.5.9, H.5.10, H.5.11, H.5.13, H.5.14, H.5.16, H.6.1, H.6.2, H.6.3, H.6.4, H.6.5, H.6.8, H.6.9, H.6.10, H.6.11, H.6.12, H.6.13, H.6.14, H.6.16, H.7.1, H.7.2, H.7.3, H.7.9, H.7.13, H.7.14, H.7.16), el valor de la probabilidad de error (p -value) es menor a 0.05 ($p < 0.05$), entonces se acepta la hipótesis alternativa H_a , por lo que podemos afirmar con un 95% de confianza que la media de la opinión de los

encuestados es mayor a 4, esto quiere decir que las actividades del proceso de elicitación tienen una relación “alta” con las cualidades. También se observa que las hipótesis: H4.12, H4.15, H6.7 y H6.15, no han sido soportadas ($p > 0.05$) porque al 95% de confianza la actividad “*Identificación de lista de deseos*” (A4) tiene una relación “mediana” con las cualidades C12 y C15 y, la actividad “*Documentación*” (A6) también tiene una relación “mediana” con las cualidades C7 y C15.

Tabla 53. Resumen de la prueba de hipótesis t-Student (Actividades ↔ Cualidades)

#	Hipótesis	t	Df	p-value	Confianza (%)	Media estimada		Soportado
						Min	Max	
1	H1.1	18.452	179	2.20E-16	95	4.377738	4.444444	SI
2	H1.2	18.579	179	2.20E-16	95	4.368070	4.433333	SI
3	H1.3	20.658	179	2.20E-16	95	4.441081	4.505556	SI
4	H1.9	14.992	179	4.42E-11	95	4.194286	4.255556	SI
5	H1.13	8.923	179	4.26E-02	95	4.003254	4.072222	SI
6	H2.1	18.183	179	2.20E-16	95	4.331299	4.394444	SI
7	H2.3	20.145	179	2.20E-16	95	4.449639	4.516667	SI
8	H2.9	15.06	179	2.37E-11	95	4.199507	4.261111	SI
9	H3.3	21.46	179	2.20E-16	95	4.484509	4.550000	SI
10	H3.9	16.198	179	6.54E-14	95	4.233766	4.294444	SI
11	H4.1	28.352	179	2.09E-68	95	4.652146	4.711111	SI
12	H4.2	27.037	179	2.20E-16	95	4.612768	4.672222	SI
13	H4.3	35.182	179	2.20E-16	95	4.732421	4.783333	SI
14	H4.4	17.88	179	2.20E-16	95	4.36552	4.433333	SI
15	H4.6	18.566	179	2.20E-16	95	4.423695	4.494444	SI
16	H4.9	21.897	179	8.01E-53	95	4.485818	4.550000	SI
17	H4.10	20.14	179	3.43E-48	95	4.475118	4.544444	SI
18	H4.11	20.234	179	1.90E-49	95	4.424425	4.488889	SI
19	H4.12	4.511	179	0.970400	95	3.833727	3.911111	NO
20	H4.13	17.308	179	2.20E-16	95	4.302982	4.366667	SI
21	H4.14	13.927	179	3.04E-11	95	4.228769	4.300000	SI
22	H4.15	3.285	179	0.998700	95	3.777263	3.855556	NO
23	H4.16	23.829	179	2.20E-16	95	4.532383	4.594444	SI
24	H5.1	19.962	179	2.20E-16	95	4.413358	4.477778	SI
25	H5.3	23.442	179	2.20E-16	95	4.52103	4.583333	SI
26	H5.6	18.59	179	2.20E-16	95	4.398479	4.466667	SI
27	H5.9	16.564	179	7.133E-13	95	4.200101	4.255556	SI
28	H5.10	15.408	179	9.50E-12	95	4.200900	4.261111	SI

29	H5.11	16.512	179	1.39E-12	95	4.194925	4.250000	SI
30	H5.13	14.989	179	7.41E-10	95	4.164616	4.222222	SI
31	H5.14	12.325	179	3.03E-05	95	4.089633	4.150000	SI
32	H5.16	18.415	179	2.20E-16	95	4.301752	4.361111	SI
33	H6.1	31.823	179	2.20E-16	95	4.711246	4.766667	SI
34	H6.2	31.522	179	2.20E-16	95	4.694925	4.750000	SI
35	H6.3	34.684	179	2.20E-16	95	4.726400	4.777778	SI
36	H6.4	21.46	179	2.20E-16	95	4.484509	4.550000	SI
37	H6.5	8.834	179	0.00900	95	4.034167	4.111111	SI
38	H6.7	5.191	179	0.88020	95	3.866587	3.944444	NO
39	H6.8	14.249	179	8.504E-12	95	4.235287	4.305556	SI
40	H6.9	21.299	179	2.20E-16	95	4.478893	4.544444	SI
41	H6.10	18.452	179	2.20E-16	95	4.377738	4.444444	SI
42	H6.11	20.373	179	2.20E-16	95	4.429969	4.494444	SI
43	H6.12	11.006	179	1.70E-05	95	4.115442	4.188889	SI
44	H6.13	16.768	179	2.20E-16	95	4.290916	4.355556	SI
45	H6.14	13.927	179	3.04E-11	95	4.228769	4.300000	SI
46	H6.15	5.197	179	0.85000	95	3.870468	3.950000	NO
47	H6.16	23.069	179	2.20E-16	95	4.509707	4.572222	SI
48	H7.1	20.392	179	2.20E-16	95	4.445344	4.511111	SI
49	H7.2	20.56	179	2.20E-16	95	4.405013	4.466667	SI
50	H7.3	27.307	179	2.20E-16	95	4.618574	4.677778	SI
51	H7.9	16.013	179	8.50E-12	95	4.18823	4.244444	SI
52	H7.13	15.34	179	5.54E-10	95	4.160979	4.216667	SI
53	H7.14	11.969	179	0.001071	95	4.049530	4.105556	SI
54	H7.16	16.592	179	2.06E-15	95	4.260218	4.322222	SI

Fuente. Elaborado por el autor

5.5.6 Discusión

Los resultados del Análisis de Correspondencia Simple (ACS) sobre las hipótesis planteadas *Actividad ↔ Calidad*, evidencia que existe una relación entre “Alta” y “Muy alta”, entre las actividades del proceso de elicitación de requisitos y las cualidades, explicados al 69.3% de datos de la muestra.

Por otro lado, los resultados del *Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM)* entre Actividades ↔ cualidades (ver Tabla 45), evidencian que todas las cualidades tienen una relación entre “Alta” y “Muy alta” con las actividades del proceso de elicitación de requisitos, con un promedio del 96.89% de

respuestas de encuestados, donde la relación más fuerte es la definición de técnica (A3) ↔ correcto (C3) y entendible (C9), con 98.50% (ver Tabla 48), esto quiere decir que, para obtener un requisito de calidad, se debe “Definir la técnica de elicitación” (A3) de manera correcta (C3) y entendible (C9).

La prueba de hipótesis (ver Tabla 53) confirma 50 relaciones de 54 hipótesis, siendo las siguientes las hipótesis rechazadas: H4.12 (Identificación de lista de deseos ↔ Independiente), H4.15 (Identificación de lista de deseos ↔ Libre de implementación), H6.7 (Documentación ↔ Modificable) y H6.15 (Documentación ↔ Libre de implementación), esto se debe también porque en la prueba de hipótesis se ha considerado la calificación promedio de “Alta relación” ($\mu = 4$), siendo esta muy exigente.

5.6 Conclusiones

En este estudio se han identificado 54 relaciones entre las actividades del proceso de elicitación y las cualidades, en el contexto de obtener un requisito de calidad, es decir, obtener un *requisito completo, consistente, correcto, no ambiguo, verificable, ranqueable, modificable, trazable, entendible, factible, claro, independiente, no redundante, breve, libre de implementación y necesario*. Para obtener un requisito de calidad, las actividades del proceso de elicitación (*adquisición del conocimiento, identificar fuentes, definir técnica, identificar la lista de deseos, integrar la lista de deseos, documentación y refinamiento*), deben realizarse cumpliendo las cualidades de un buen requisito.

Los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a 180 analistas de sistemas e ingenieros de requisitos, que laboran en organizaciones que desarrollan software en el Perú, muestran, del *Análisis de Correspondencia Simple (ACS)* y del *Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM)*, que todas las actividades del proceso de elicitación de requisitos tienen una relación entre “Alta” y “Muy alta” con las cualidades, explicados al 69.30% de datos de la

muestra y con un promedio del 96.89% de respuestas de encuestados, respectivamente.

En síntesis, para obtener un requisito de calidad, cada actividad del proceso de elicitación debe realizarse cumpliendo las cualidades de un buen requisito, es decir, las actividades deben realizarse de manera: *completa, consistente, correcta, no ambigua, verificable, ranqueable, trazable, entendible, factible, clara, independiente, no redundante, breve, libre de implementación y necesaria*

Finalmente, la prueba de hipótesis T-Student (Tabla 53) confirma que 50 de 54 hipótesis planteadas son válidas con 95% de confianza.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

6.1 Conclusiones

6.1.1 Conclusión general

En la presente tesis se han identificado nuevos factores (Capacidad de aprendizaje, Capacidad de negociación, Personal estable, Confianza, Estrés y Semi-Autonómica) que influyen en cada una de las actividades del proceso de elicitación de requisitos de software (Factores → Actividades). Estos nuevos factores han sido sustentados con teorías no estudiadas en el área de elicitación de requisitos. Además, para obtener un “buen requisito”, se estableció 50 relaciones entre (Actividades ↔ cualidades), donde se obtuvo que las actividades del proceso de elicitación de requisitos deben realizarse cumpliendo las siguientes cualidades: “completo”, “consistente”, “correcto”, “no ambiguo”, “verificable”, “ranqueable”, “modificable”, “trazable”, “entendible”, “factible”, “claro”, “independiente”, “no redundante”, “breve”, “libre de implementación” y “necesario”.

6.1.2 Conclusiones específicas

A continuación se presentan las conclusiones específicas de la tesis de acuerdo a los objetivos específicos planteados inicialmente.

- ***OE1. Identificar nuevos factores que influyen en las actividades del proceso de elicitación de requisitos de software.***

Los factores propuestos han sido identificados a través de un modelo conceptual constituido por 7 factores, 7 actividades y 17 hipótesis. Los cuales, han sido sustentado teóricamente con la teoría del Aprendizaje Organizacional, teoría del Comportamiento Organizacional, teoría de la Auto eficiencia, teoría del Capital Social, teoría de Clausura de Tareas y teoría del Actor-Red, identificándose los siguientes factores: “Capacidad de aprendizaje”, “Capacidad de negociación”, “Personal estable”, “Utilidad

percibida”, “Confianza”, “Estrés” y “Semi-Autonómica”. Y, un estudio empírico corroboró que 6 de los 7 factores propuestos son válidos con el 95% de confianza.

- ***OE2. Establecer el nivel de influencia de los nuevos factores en las actividades del proceso de elicitación de requisitos***

Para establecer el nivel de influencia de los nuevos factores en las actividades del proceso de elicitación, se realizó un estudio empírico sobre 182 encuestados, donde se evidenció del *Análisis de Correspondencia Simple y Múltiple* que la mayoría de los factores propuestos tienen influencia entre “Alta” y “Muy alta” en las actividades del proceso de elicitación de requisitos. Y para corroborar estos resultados se aplicó la prueba de hipótesis T-Student, donde se obtuvo que 15 de las 17 relaciones propuestas son válidas con el 95% de confianza, es decir, los factores “Capacidad de aprendizaje”, “Capacidad de negociación”, “Personal estable”, “Confianza”, “Estrés” y “Semi-Autonómica” influyen en las actividades del proceso de elicitación de requisitos.

- ***OE3. Identificar qué cualidades deben cumplir cada actividad del proceso de elicitación para obtener un “buen requisito” de software.***

La identificación de las cualidades que deben cumplir cada actividad del proceso de elicitación para obtener un “buen requisito”, se realizó a través de otro modelo conceptual, constituido por 7 actividades, 16 cualidades y 54 relaciones (Actividades ↔ Cualidades). Donde se obtuvo que, para obtener un “buen requisito”, las siete actividades del proceso de elicitación de requisitos deben realizarse cumpliendo las siguientes 16 cualidades: “completo”, “consistente”, “correcto”, “no ambiguo”, “verificable”, “ranqueable”, “modificable”, “trazable”, “entendible”, “factible”, “claro”, “independiente”, “no redundante”, “breve”, “libre de implementación” y “necesario”. Y, otro estudio empírico corroboró que las 50 de 54 relaciones son válidas con el 95% de confianza.

- ***OE4. Establecer el nivel de relación entre las actividades del proceso de elicitación y las cualidades de un "buen requisito" de software.***

Para establecer el nivel de relación entre las actividades del proceso de elicitación y las cualidades de un "buen requisito", se realizó otro estudio empírico sobre 180 encuestados, donde se evidenció del Análisis de Correspondencia Simple y Múltiple que todas las relaciones propuestas tienen una calificación entre "Alta" y "Muy alta". Y para corroborar estos resultados también se aplicó la prueba de hipótesis T-Student, donde se obtuvo que 50 de 54 relaciones propuestas son válidas con el 95% de confianza, es decir, que las actividades del proceso de elicitación deben realizarse cumpliendo las 16 cualidades: "completo", "consistente", "correcto", "no ambiguo", "verificable", "ranqueable", "modificable", "trazable", "entendible", "factible", "claro", "independiente", "no redundante", "breve", "libre de implementación" y "necesario".

6.2 Limitaciones

Las limitaciones de la presente tesis se detallan a continuación.

- La identificación de los nuevos factores ha sido sustentada teóricamente con las teorías del Comportamiento Organizacional, Aprendizaje Organizacional, Argumentación, entre otras, las cuales no han sido estudiadas en el área de elicitación de requisitos, sin embargo, el sustento empírico solo se ha limitado a analistas de sistemas o ingenieros de requisitos que laboran el área de desarrollo de software de organizaciones públicas y privadas en el Perú, y, con el fin de tener un sustento empírico más completo, se podría hacer el estudio en otros países.
- El estudio empírico se realizó solo con los nuevos factores propuestos, mas no con los factores existentes en la literatura, dado que la finalidad del estudio era identificar la influencia de nuevos factores propuestos.

6.3 Trabajos futuros

Lo desarrollado en la presente tesis propone los siguientes trabajos para continuar con la misma línea de investigación.

- Definir un estándar para el proceso de elicitación de requisitos, considerando las características del proyecto de software que se va desarrollar.
- Definir una técnica para ponderar el nivel de importancia de las cualidades que deben cumplir cada actividad del proceso de elicitación de requisitos, considerando también las características del proyecto de software que se va desarrollar.
- Precisar las acciones o buenas prácticas para mitigar un factor negativo o potenciar un factor positivo, considerando todos los factores existentes en la literatura y los nuevos factores propuestos en el capítulo 4.
- Detectar las falencias de las actividades del proceso de elicitación de requisitos y, proponer las tareas de cada actividad para que se cumplan las cualidades de un buen requisito de software (identificadas en el capítulo 5).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abran, A., Moore, J., Bourque, P. & Dupuis, R. (2004). "SWEBOK: Guide to the Software Engineering Body of Knowledge," 2004 Version. IEEE Computer Society, Los Alamitos, California.
- Acuña, S., Castro, J. & Juristo, N. (2012). A HCI technique for improving requirements elicitation. *Information and Software Technology*, 54(1), 1357-1375.
- Aithal, S. & Desai, P. (2009). An Approach towards Automation of Requirements Analysis. *Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists 2009 Proceedings (IMECS 2009)*, Kowloon, Hong Kong, 1080-1085.
- Alford, M. (1985). SREM At The Age Of Eight: The Distributed Computing Design System. *IEEE Computer*, 18(4), 36-46.
- Alsumait (2004). *User interface requirements engineering: a scenario-based framework*, phd thesis, St Lucia, Qld: Concordia University.
- Ankori, R. (2005). Automatic Requirements Elicitation in Agile Processes. *Proceedings of the IEEE International Conference on Software - Science, Technology and Engineering*. Herzlia, Israel.
- Aranda, G., & Vizcaino, A. (2010). A framework to improve communication during the requirements elicitation process in GSD projects. *Requirements Eng*, 15, 397–417.
- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*, (5th. ed.), Venezuela: Editotial Episteme.
- Atladottir, G., Thora, H. E. & Gunnarsdottir, S. (2012). Comparing task practicing and prototype fidelities when applying scenario acting to elicit requirements. *Requirements Eng*, 17, 157–170.

- Azadegan, A., Papamichail, N. & Sampaio, P. (2013). Applying collaborative process design to user requirements elicitation: A case study. *Computers in Industry*, 64, 798–812.
- Baecker, H., Carey, C., Mantei, G., Strong, P. & Verplank, W. (1996). ACM SIGCHI Curricula for Human–Computer Interaction. <http://www2.parc.com/istl/groups/uir/publications/items/UIR-1992-11-ACM.pdf>.
- Baker, P., Harman, M., Steinhöfel, K. & Skaliotis, A. (2006). Search based approaches to component selection and prioritization for the next release problem. *Proceedings of the 22nd IEEE International Conference on Software Maintenance (ICSM '06)*. Philadelphia, Pennsylvania, 176–185.
- Beyer, H.R. & Holtzblatt, K. (1995). Apprenticing with the customer, *Commun. ACM*, 38 (5), 45–52.
- Biddle, R., Noble, J. & Tempero, E. (2002). Essential use cases and responsibility in object-oriented development. *Australian Computer Science Communications*, 24 (1), 7-16.
- Blickle, T. & Hess, H. (2010). Automatic Process Discovery with ARIS Process Performance Manager (ARIS PPM). *Expert Paper*, IDS Scheer.
- Bodker, S. & Gronbaek, K. (1996). Users and designers in mutual activity: an analysis of cooperative activities in system design. In: Engestrom Y, Middleton D (eds) *Cognition and communication at work*. Cambridge University Press, 130–158.
- Boehm, B., Bose, P., Horowitz, E. & Lee, M.J. (1995). Software requirements negotiation and renegotiation aids: a theory-W based spiral approach. *Proceedings of the 17th International Conference on Software Engineering (ICSE '95)*, ACM. Washington, USA, 243–253.

- Boehm, B., Grunbacher, P., & Briggs, R. (2001). Developing groupware for requirements negotiation. *Lessons learned, IEEE Software*, 18(1), 46–55.
- Bohem, B. R. (1981). *Software engineering economics*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice – Hall.
- Boehm, B. & Papaccio, C. (1988). Understanding and Controlling Software Costs. *IEEE Transactions of Software Engineering*.
- Borland Software Corporation. (2005). Mitigating risk with effective requirements engineering how to improve decision-making and opportunity through effective requirements engineering. Part two in a series about understanding and managing risk. Retrieved 02 4, 2015, from http://www.borland.com/resources/en/pdf/white_papers/mitigating_risk_with_effective_requirements_engineering.pdf
- Breitman, K.K., Leite, J.C.S.P. & Berry, D.M. (2005). Supporting scenario evolution. *Requirements Engineering*, 10, 112–131.
- Burnay, C. & Faulkner, S. (2014). What stakeholders will or will not say: A theoretical and empirical study of topic importance in Requirements Engineering elicitation interviews. *Information Systems*, 46, 61.81.
- Burnay, C., Jureta I. & Faulkner, S. (2013). Context Factors: What they are and why they matter for Requirements Problems. *Proc. 25th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering*, 30-35.
- Carrillo, J., Nicolás, J., Fernández, J., Toval, E.C. & Vizcaíno, A. (2012), Requirements engineering tools: Capabilities, survey and assessment. *Information and Software Technology*, 54, 1142–1157.
- Carrizo, D., Dieste, O. & Juristo, N. (2014). Systematizing Requirements Elicitation Technique selection. *Information and Software Technology*. 56(1), 644 – 669.

- Castro, J., Kolp, M. & Mylopoulos, J. (2002) Towards requirements driven information systems engineering: the Tropos project. *Inf Syst* 27(6), 365–389.
- Castro, C. & Cleland, J. (2010). Utilizing Recommender Systems to Support Software Requirements Elicitation. *Second International Workshop on Recommendation Systems for Software Engineering (RSSE'10), South Africa*, 6-10.
- Chatzoglou, P. D. & Macaulay, L.A. (1996). Requirements Capture and Analysis: A Survey of Current Practice. *Requirements Eng*, 1, 75-87.
- Chen, D., Xu, D. & Wu, G. (2005). Study and Realization of Software Requirements Process Based on TSP. *Computer Engineering*, 31(24), 82-98.
- Cheng B.H.C. & Atlee J.M. (2007) Research directions in requirements engineering. *Proceedings future of software engineering (FOSE'07), IEEE Computer Society*, 285–303
- Cherotich, L., Muketha G. & Wabwoba, F. (2015). Factors Affecting Requirements Elicitation for Heterogeneous Users of Information Systems. *International Journal of Computer Science Engineering and Technology*, 5(3), 35-39.
- Clancey, W.J., Sachs, P., Sierhuis, M. & Van Hoof, R. (1998). Brahms: simulating practice for work systems design. *Int J Hum Comput Stud* 49(6):831–865.
- Cleland, H.J. (2006). The Detection and Classification of Non-Functional Requirements with Application to Early Aspects. *Proceeding of the 14th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE'06)*. CA, USA, 39-48.
- Coleman, J. S. (1988). Social Capital in the Creation of Human Capital. *The American Journal of Sociology*, 94, 95-120. Retrieved 02 2, 2017, from: <http://www.socialcapitalgateway.org/content/paper/coleman-j-s->

1988-social-capital-creation-human-capital-american-journal-
sociology-94-s

- Constantine, L. L. (1995). Essential modeling: use cases for user interfaces. *Interactions*, 2(2), 34-46.
- Constantine, L. L. & Lockwood, A. D. L. (1999). Software for use: a practical guide to the models and methods of Usage - Centered Design. *New York: ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co.*
- Cooper, A. (2003). The Origin of Personas. Retrieved 08 12, 2017, from: http://www.cooper.com/journal/2003/08/the_origin_of_personas.html.
- Cooper, A., Reimann, R. & Cronin, D. (2007). *About Face 3.0: The Essentials of Interaction Design* (3th ed.). Indianapolis: Wiley Publishing.
- Cortes, M., & Iglesias, M. (2004). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación*. (1st ed.). Mexico: Universidad Autónoma del Carmen.
- Coughlan, J., Lycett, M. & Macredie, R. (2013). Communication issues in requirements elicitation: a content analysis of stakeholder experiences. *Information and Software Technology*, 45, 525–537.
- Cox, J. R. & Willard, C. A. (1982). *Advances in Argumentation Theory and Research*. Southern Illinois University Press, 1st edition.
- Dalberg, V., Angelvik, E., Elvekrok, D. R. & Fossberg, A.K. (2006). Cross-cultural collaboration in ICT procurement. *Proceedings of the 2006 international workshop on Global software development for the practitioner, ACM, Shanghai, China*, 51-57.
- Dardenne, A., Van Lamsweerde, A. & Fickas, S. (1993) Goal-directed requirements acquisition. *Sci Comput Program* 20, 3–50.
- Davey, B. & Cope, C. (2008). Requirements Elicitation – What's missing? Issues in Informing. *Science and Information Technology*, 5, 543-551.

- Davey, B. & Parker, K. (2015). Requirements elicitation problems: A literature analysis. Issues in Informing. *Science and Information Technology*, 12, 71-82.
- Davis A. & Hickey A. (2003). A tale of two ontologies: the basis for systems analysis technique selection. *Proceeding of the 9th Annual American Conference on Information System (AMCIS)*.Colorado, USA, 2968-2976.
- Davis, A., Dieste, O. Hickey, A., Juristo, N. & Moreno, A. M. (2006). Effectiveness of Requirements Elicitation Techniques: Empirical Results Derived from a Systematic Review. *14th IEEE International Conference Requirements Engineering*, 179-188.
- Davis, F., Bagozzi, R. & Warsaw, P. (1989). User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Management sciences*, 35(8), 983-1003.
- De León, J., Pérez, J. V. & Boza, B. (2016). *Introducción a las técnicas de muestreo*, (9th ed.). Ediciones Pirámide.
- De Oliveira, M., Viana, D., Conte, T., Vieira, S. & Marczak, S. (2013). Evaluating the REMO-EKD Technique: A Technique for the Elicitation of Software Requirements Based on EKD Organizational Models. *Proceeding of the International Workshop on Empirical Requirements Engineering (EmpiRE)*. Rio de Janeiro, Brasil, 9-16.
- Derrick, D., Read, A., Nguyen, C., Callens, A. & De Vreede, G. (2013). Automated Group Facilitation for Gathering Wide Audience End-User Requirements. *Proceedings of 46th Hawaii International Conference on System Sciences*, 195-204.
- Diaz, I. G. & Morales, M. (2012). *Estadística multivariada: Inferencia y métodos*. Editorial Universidad Nacional de Colombia.
- Dragicevic, S. Celar, S. & Novak, L. (2011). Roadmap for Requirements Engineering Process Improvement Using BPM and UML.

Advanced in Production Engineering & Management (APEM), 6(3), 221-231.

- Dragicevic, S. & Celar, S. (2013), Method for Elicitation, Documentation and Validation of Software User Requirements (MEDoV). *Proceedings of the IEEE on Symposium ISCC*. Split, Croatia, 956-961.
- Dubois, E., Du Bois, P., Dubru, F. & Petit, M. (1994) Agent-oriented requirements engineering: a case study using the ALBERT language. *Proceedings 4th international working conference on dynamic modelling and information*.
- Durdik, Z. (2011). An Architecture-centric Approach for Goal-driven Requirements Elicitation. *Proceedings of the 19th ACM SIGSOFT symposium and the 13th European conference on Foundations of software engineering (ESEC/FSE'1)*. New York, USA, 384-387.
- Elkoutbi, M., Khriss, T. & Keller, R.K. (2006). Automated prototyping of user interfaces based on UML scenarios. *Automated Software Engineering*, 13(1), 5-40.
- Engestrom, Y. (1987) *Learning by expanding*. Orienta-Konsultit.
- Felfernig, A., Schubert, M., Mandl, M., Ricci, F. & Maalej, W. (2010). Recommendation and decision technologies for requirements engineering. *RSSE '10: Proceedings of the 2nd International Workshop on Recommendation Systems for Software Engineering*, 11-15.
- Fernandes, J., Duarteb, D., Ribeiroa, C., Farinhab, C., Madeiras Pereiraa, J. & Mira da Silvab, M. (2012). iThink: A game-based approach towards improving collaboration and participation in requirement elicitation. *Procedia Computer Science*, 15, 66 – 77.
- Finkelstein, A., Harman, M., Mansouri, S.A., Ren, J. & Zhang, Y. (2009). A search based approach to fairness analysis in requirement assignments to aid negotiation, Mediation and Decision Making. *Requirements Engineering*, 14, 231–245.

- Folkman, F., Lazarus, R., Gruen, R. & De Longis, A. (1986). Appraisal, coping, health status and psychological symptoms. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50(3), 571-579.
- Fritzinger, E. (2006). STORM: *Support tool for the organization of requirements modeling*. Master thesis, St Lucia, Qld, University of Nevada. Reno.
- Fuentes, R., Gomez, J. & Pavon, J. (2010). Understanding the human context in requirements elicitation. *Requirements Eng*, 15, 267–283.
- Fuentes, R., Gómez, J.J., Pavón, J. (2007). Model integration in agent-oriented development. *Int J Agent Oriented Softw Eng* 1(1), 2–17.
- Ghanbari, H., Simila, J. & Markkula, J. (2015). Utilizing Online Serious Games to Facilitate Distributed Requirements Elicitation. *The Journal of Systems & Software*. Accepted Manuscript, Accepted date: 6 July 2015.
- Goguen, J. A. & Linde, C. (1993). Techniques for Requirements Elicitation. *Proceedings of IEEE International Symposium on Requirements Engineering*. California, USA.
- González, M. J. (2006). Técnicas de negociación, Innovación y Cualificación. ebook ISBN 84-96493-52-0. Retrieved 09 3, 2017, from: https://books.google.cl/books?id=IWWwMiMO7OIC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Hadar, I., Soffer, P. & Kenzi, K. (2014). The role of domain knowledge in requirements elicitation via interviews: an exploratory study. *Requirements Eng*, 19, 143–159.
- Hammer, T., Huffman, L. & Rosenber, L. (1998). Doing Requirements Right the First Time. *The journal of defense software engineering*.
- Hastie, S. & Wojewoda, S. (2015). Standish Group 2015 Chaos Report - Q&A with Jennifer Lynch. Retrieved 09 3, 2017, from: <https://www.infoq.com/articles/standish-chaos2015>

- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. (Quinta edición). Mexico: McGRAW-HILL.
- Hull, E., Kenneth, J. & Jeremy, D. (2005). *Requirements Engineering*, London: Springer.
- IBM Telelogic DOORS. (2003). Get It Right the First Time: Writing Better Requirements.
- Iden, J., Tessem, J. & Paivarinta, T. (2011). Problems in the interplay of development and IT operations in system. development projects: A Delphi study of Norwegian IT experts. *Information and Software Technology*, 33, 394-406.
- IEEE-STD-830. (1998). Recommended Practice for Software Requirements Specifications. *IEEE Xplore, Digital library*. Available on: <https://ieeexplore.ieee.org/document/720574/>
- Islam, R., Islam, R., Alam, S. & Azam, S. (2011). Experiences and Comparison Study of EPC & UML For Business Process & IS Modeling. *Inter. Jour. of Computer Science and Information Security*, 9(3), 125-133. Available on: http://www.softwareag.com/corporate/images/sec_SAGIDS_automatic_PD_ARIS_PPM_WP_Oct10-web_tcm16-78674.pdf
- Jain, H., Vitharana, P. & Zahedi, F. (2003). An Assessment Model for Requirements Identification in Component-Based Software Development. *The DATA BASE for Advances in Information Systems - Fall*, 34(4), 48 – 63.
- Jin, Z. (2000). Ontology-Based Requirements Elicitation. *Journal of Computers*, 23(5), 486-492.
- Johnson, R. A. & Wichern, D.W. (2014). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Pearson Education Limited. (7th ed.). England and Associated Companies throughout the world.

- Kaiya, H., Horai, H. & Saeki, M. (2002). AGORA: Attributed Goal-Oriented Requirements Analysis Method. *Proceedings of the 10th Anniversary Joint IEEE Conference (RE'02)*. Essen, Germany, 13-22.
- Kamalrudin, M., Grundy, J. & Hosking, J. (2010). Tool Support for Essential Use Cases to Better Capture Software Requirements. *Proceeding of the ASE'10, ACM*. Antwerp, Belgium, 255-264.
- Kaptelinin, V., Nardi, B.A. & Macaulay, C. (1999). The Activity Checklist: A tool for representing the 'space' of context. *Interactions* 6(4):27–39.
- Kephart, J. O. & Chess, D. M. (2003). The vision of autonomic computing. *IEEE Computer – COMPUTER*, 36(1), 41-50.
- Khan, H. H., Mahrin, M. N. & Chuprat, S. (2014). Factors Generating Risks during Requirement Engineering Process in Global Software Development Environment. *International Journal of Digital Information and Wireless Communications*, 4(1), 63-78.
- Kitchenham, B.A. & Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering Version 2.3. Retrieved 01 09, 2014, from: http://www.elsevier.com/__data/promis_misc/525444systematicreviewsguide.pdf
- Kofman, F. & Senge, P. M. (1993). Communities of commitment: The heart of learning organizations. *Organizational Dynamics*, 22(2), 5-23.
- Kolfschoten, G.L. & De Vreede, G.J. (2009). A design approach for collaboration processes: a multi-method design science study in collaboration engineering. *Journal of Management Information System*, 26, 225–256.
- Lamsweerde, A. (2001). Goal-oriented requirements engineering: a guided tour. *Proceedings 5th IEEE international symposium on requirements engineering (RE 2001)*, 249–262
- Lamsweerde, A. (2009). *Requirements Engineering: From System Goals to UML Models to Software Specifications*. Wiley Publishing.

- Laporti, V., Borges M. & Braganholo, V. (2009). Athena: A collaborative approach to requirements elicitation. *Computers in Industry*, 367–380.
- Latour, B. (2005). *Reassembling the social. An introduction to Actor-Network Theory*. Oxford University Press.
- Leffingwell, D., & Widrig, D. (2003). *Managing Software Requirements: A Use Case Approach*, (2nd ed.), Boston, MA: Addison-Wesley.
- Leontiev, N. (1978). *Activity, consciousness, and personality*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Li, Z. Y., Wang, Z.X., Yang, Y. Y., Wu, Y. & Liu, Y. (2007). Towards a Multiple Ontology Framework for Requirements Elicitation and Reuse. *Proceedings of the Annual International Computer Software and Applications Conference*. Beijing, China, 1-7.
- Liao, H. (2013). Requirement elicitation based on value chain analysis. *Journal of theoretical and applied information technology*, 50(2), 319–327.
- López, A., Nicolas, J. & Toval, A. (2009). Risks and Safeguards for the Requirements Engineering Process in Global Software Development. *Global Software Engineering, ICGSE 2009, Fourth IEEE International Conference*.
- Loucopoulos, P. & Karakostas, V. (1995). *System Requirements Engineering*. New York: McGraw-Hill.
- Ludwig Consulting Services LLC. (2005). Managing Requirements. Available on: www.jiludwig.com
- Luhmann, N. (2002). *Familiarity, confidence, trust: Problems and alternatives*. Department of Sociology, university of Oxford.
- Mannio, M. & Nikula, U. (2001). "Requirements elicitation using a combination of prototypes and scenarios ". *Workshop on Requirements Engineering*, Buenos Aires, Argentina, 22-23.

- Mayhew, D.J. (1999). *The Usability Engineering Lifecycle*. Morgan Kaufmann, San Francisco, USA.
- McCluskey, T.L. (1995). A Requirements Capture Method and its use in an Air Traffic Control Application. *Software: Practice and Experience*, 25(1), 47-71.
- Mcmullen, L. (1939). William Sealy Gosset 1876-1937: Student as a man. *Biometrika*, 30(3-4), 205-210.
- Melgosa, J. (1995). Nuevo estilo de vida. Sin estrés. Madrid: Safeliz.
- Meth, H., Brhel, M. & Maedche, A. (2013). The state of the art in automated requirements elicitation. *Information and Software Technology*, 55, 1695–1709.
- Mich, L., Franch, M. & Novi, I. (2004). Market research for requirements analysis using linguistic tools. *Requirements Engineering*, 9, 40–56.
- Monsalve, C., April, A. & Abran, A. (2011). Requirements Elicitation Using BPM Notations: Focusing on the Strategic Level Representation. *ACACOS'11: Proc. of the 10th WSEAS international conference on Applied computer and applied computational science*, 235-241.
- Moros, B., Toval A., Rosique, F. & Sánchez, P. (2013). Transforming and tracing reused requirements models to home automation model. *Information and Software Technology*, 55, 941–965.
- Mulla, N. & Girase, S. (2012). A new approach to requirement elicitation based on stakeholder recommendation and collaborative filtering. *International journal of software engineering & applications (IJSEA)*, 3(3), 51-61.
- Nuseibeh, B., & Easterbrook, S. (2000). Requirements Engineering: A Roadmap. *Proceedings of the 22nd International Conference on Software Engineering ICSE'00*. Limerick, Ireland, 4-11.
- OMG (2007) OMG Unified Modeling Language (OMG UML), Infrastructure, V2.2. 4 Feb 2009, <http://www.omg.org>

- Pacheco, C. & Garcia, I. (2012). A systematic literature review of stakeholder identification methods in requirements elicitation. *Journal of Systems and Software*, 85, 2171–2181.
- Penrose, E. (1959). *The Theory of the Growth of the Firm*. Basil, Blackwell, London.
- Pham, T.T. , Helfert, M., Hossain, F. & Le Dinh, T. (2011). Discovering business rules from business process models. *CompSysTech '11: Proceedings of the 12th International Conference on Computer Systems and Technologies*, June, 259-265.
- Pisan, Y. (2000). Extending Requirement Specifications Using Analogy. *Proceedings of the 22nd international conference on Software engineering (ICSE'00)*. Limerick, Ireland, 70-76.
- Pohl, K. (2010). *Requirements Engineering: Fundamentals, Principles, and Techniques*. Springer. Berlin, Germany.
- Pohl, K. & Rupp, C. (2011), Requirements Engineering Fundamentals: A Study Guide for the Certified Professional for Requirements Engineering. *Exam - Foundation Level - IREB compliant*, Rocky Nook.
- Polpinij, J., Ghose, A. K. & Dam, H. K. (2010). Business Rules Discovery from Process Design Repositories. *SERVICES '10: Proceedings of the 2010 6th World Congress on Services*, July, 614-620.
- Pressman, R. (2010). *Software engineering: a practitioner's approach*, (7th ed.). New York: McGraw-Hill higher education.
- Pruitt, J. & Adlin, T. (2006). *The Persona Lifecycle: Keeping People in Mind Throughout Product Design*. Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, USA.
- Pugh, D. S. (1977). *Organization theory: selected readings*. Harmondsworth: Penguin.
- Ribeiro, C., Farinha, C., Pereira, J. & Mira da Silva, M. (2014). Gamifying requirement elicitation: Practical implications and outcomes in

- improving stakeholder's collaboration. *Entertainment Computing*, 5, 335–345.
- Rumbaugh, Jacobson & Booch, G. (2004). *Unified Modeling Language Reference Manual*. The Pearson Higher Education.
- Sabahat, N., Iqbal, F., Azam, F. & Younus, J.M. (2010). An Iterative Approach for Global Requirements Elicitation: A Case Study Analysis. *Proceedings of the IEEE International Conference on Electronics and Information Engineering (ICEIE)*. Kyoto, Japan, 361-366.
- Sakhnini, V., Mich, L. & Berry, D. (2012). The effectiveness of an optimized EPMcreate as a creativity enhancement technique for Web site requirements elicitation. *Requirements Eng*, 17, 171–186.
- Scheer, A.W., Thomas, O. & Adam, O. (2005). Process Modeling Using Event-Driven Process Chains. *Process-Aware Information Systems*, edited by Dumas, van der Aalst and ter Hofstede, John Wiley and Sons, Hoboken.
- Schmidt D.C. (2006). Model-driven engineering. *IEEE Comput* 39(2), 25–31.
- SCOPUS. (2014). List of articles published on the requirements elicitation. Retrieved 11 12, 2014, from: <http://www.scopus.com/>
- Seffah, A. & Metzker, E. (2004). The obstacles and myths of usability and software engineering. *Communications of the ACM* 47 (12), 71–76.
- Shang, Z. & Wang, H. (2006). Acquiring users requirements based On process semantic database Under Smart Process Application Model. *Journal on Communications*, 27(11), 73-77.
- Shen, H., Wall, B., Zaremba, M., Chen, Y. & Browne, J. (2004). Integration of business modelling methods for enterprise information system analysis and user requirements gathering. *Computers in Industry*, 54, 307–323.
- Shibaoka, M., Kaiya, H. & Saeki, M. (2007). GOORE: Goal-Oriented and Ontology Driven Requirements Elicitation Method. *Conference:*

Advances in Conceptual Modeling - Foundations and Applications, ER 2007 Workshops CMLSA. Auckland, New Zealand, 225-234.

Shu, F., Zhao, Y., Wang, J. & Li, M. (2007). User-Driven Requirements Elicitation Method with the Support of Personalized Domain Knowledge. *Journal of Computer Research and Development*, 44(6), 1044-1052.

Sierra, J.L., Fernandez, A. & Fernandez, B. (2008). From documents to applications using markup languages. *IEEE Softw* 25(2):68–76.

Soltanian, A., Binti, R. & Soltanian, H. (2013). WEBSTUIRE: WEB-based Support Tool for User Interface Requirements Elicitation. *Proceeding of the International Conference on Computer and Knowledge Engineering (ICCKE)*. Ferdowsi, Mashhad, 1-7.

Sommerville, I. (2011). *Software Engineering* (9th ed.). Boston: Addison-Wesley.

Streiner, D. (2003). Starting at the beginning: An introduction to coefficient alpha and internal consistency. *Journal of personality assessment*, 80, 99-103.

SUIP. (2010). *Scenario-based User Interface Prototyping*. Retrieved 05 8, 2010, from: <http://www.irm.umontreal.ca/abs/gelo/suip>.

Survey Google Form. (2016). Available on: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScFjIH9-ca9IMzk8RGxFJP_EBbN4KcKgdlZ4HmTW5g7Sd351A/viewform?c=0&w=1

Survey Google Form. (2018). Available on: <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSf5gieR86Ah-9uLuUE4bGO04gvB9Vij0OLZsfquQKcf2Mw-rg/viewform?c=0&w=1>

Sutcliffe, A. (1997). Workshop Exploring Scenarios In Requirements Engineering. *Requirements Engineering. Proceedings of the Third IEEE International Symposium on*, 180-182.

- Sutcliffe, A. (2003). Scenario-based requirements engineering. *In 11th IEEE International Requirements Engineering Conference*, 320-329.
- Sutcliffe, A. & Maiden, N. (1998). The Domain Theory for Requirements Engineering. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 24(3), 174-196.
- SWEBOK. (2018). *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge, Version 3.0*. IEEE Computer Society. Retrieved 04 07, 2018, from: www.swebok.org.
- Talekar, S. (2008). *Web Storm: Web based support tool for organization of requirements modeling*. Master thesis. St Lucia, Qld: University Of Nevada, Reno.
- The Standish Group. (2013). Chaos manifesto 2013 "Think Big, Act Small". Retrieved 08 13, 2016, from: <https://www.standishgroup.com/>
- Tiwari, S., Singh, S. & Gupta, A. (2012). Selecting Requirement Elicitation Techniques for Software Projects. *Proceeding of the CSI 6th International Conference on Software Engineering (CONSEG)*. Indore, India, 1-10.
- UML. (2009). *Unified Modeling Language .v2. 1.2. Object Management Group*.
- Verner, L. & Abdullah, L. (2012). Exploratory case study research: Outsourced project failure. *Information and Software Technology*, 54, 866–886.
- Vieira, S.; Viana, D., Nascimento R. & Conte I. (2012). Using Empirical Studies to Evaluate the REMO Requirement Elicitation Technique. *Proceeding of the 24th International Conference on Software Engineering & Knowledge Engineering (SEKE 2012)*. San Francisco, USA, 33-38.

- Vijayan, J. & Raju, G. (2011). A New approach to Requirements Elicitation Using Paper Prototype. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 28, 9-16.
- Virani, A. (2008). *A scenario-based model-driven engineering framework*. Master thesis. St Lucia, Qld, University of Texas at San Antonio.
- Vlas, R. & Robinson, W. (2011). A Rule-Based Natural Language Technique for Requirements Discovery and Classification in Open-Source Software Development Projects. *Proceedings of the 44th Hawaii International Conference on System Sciences*. Manoa, Hawaii, 1-10.
- Vygotsky, L.S, (1978). *Mind and society*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Wieggers, K. E. (1999). *Software Requirements*. Microsoft Press.
- Winkelen, C. V. & McKenzie, J. (2011). *Knowledge Works: The Handbook of Practical Ways to Identify and Solve Common Organizational Problems for Better Performance*. Hardcover. E-book. Retrieved 05 4, 2017, Available on: <http://www.knowledgeworkshandbook.com/index.html>
- Wnuk, K., Gorschek, T. & Zahda, S. (2013). Obsolete software requirements. *Information and Software Technology*, 55, 921–940.
- Wong, L., Mauricio, D. & Rodríguez, G. (2017). A systematic literature review about software requirements elicitation. *Journal of Engineering Science and Technology*, 12(2), 296 - 317. Available on: <http://jestec.taylors.edu.my/V12Issue2.htm>
- Wong, L. & Mauricio, D. (2018). New Factors That Affect the Activities of the Requirements Elicitation Process. *Journal of Engineering Science and Technology*, 13(7), 1992 - 2015. Available on: <http://jestec.taylors.edu.my/V13Issue7.htm>
- Yin, B. & Jin, Z. (2012). Extending the Problem Frames Approach for Capturing Non-functional Requirements. *Proceedings of the 11th*

International Conference on Computer and Information Science.
Shanghai, China, 432-437.

- Zhang, Y., Harman, M. Finkelstein, A., & Mansouri, A. (2011). Comparing the performance of metaheuristics for the analysis of multi-stakeholder tradeoffs. *Requirements Optimization*, 53, 761–773.
- Zhi, J. (2000). Ontology-based Requirement Elicitation. *Chinese Journal of Computers*, 23(5), 486-492.
- Zielczynski, P. (2007), *Requirements Management Using IBM Rational RequisitePro*. Published Dec 17, 2007 by IBM Press. Available on: <http://www.informit.com/articles/article.aspx?p=1152528&seqNum=4>
- Zowghi, D. & Coulin, C. (2005). *Engineering and Managing Software Requirements*. Aurum, Aybuke y Claes Wholin (eds). Springer – Verlag.

ANEXOS

ANEXO A. Encuestas de validación

Anexo A.1. Estructura de la encuesta para determinar factores que influyen en las actividades del proceso de elicitación de requisitos

Ruta de acceso: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScFjIH9-ca9IMzk8RGxFJP_EBbN4KcKgdIZ4HmTW5g7Sd351A/viewform?c=0&w=1

El objetivo de la presente encuesta es determinar la percepción de los analistas de sistemas o ingenieros de requisitos, en relación a los factores que influyen en las actividades del proceso de elicitación de requisitos.

La encuesta está estructurada en las siguientes secciones: (i) Datos generales de la organización (7 preguntas) y (ii) Percepción de los encuestados sobre la influencia de los factores en las actividades del proceso de elicitación (7 preguntas).

Las preguntas de la sección 2 deben contestarse de acuerdo a una calificación de 5 valores, para saber el nivel de influencia de los factores en las actividades del proceso de elicitación:

- 1 -> Nula
- 2 -> Baja
- 3 -> Mediana
- 4 -> Alta
- 5 -> Muy alta

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!!!

I. DATOS GENERALES

Conteste las siguientes preguntas relacionadas a la empresa donde labora:

1. ¿Usted se desempeña (o se ha desempeñado) como Analista de sistemas o Analista programador o ha realizado la labor de capturar los requisitos de los usuarios?

☐ Si

☐ No

2. ¿Cuántos años de experiencia tiene (o tuvo) Capturando requisitos del usuario?

☐ Menor de 1 Año

☐ Entre 1 y 2 Años

☐ Entre 2 y 3 Años

☐ Entre 3 y 4 Años

☐ Más de 4 Años

3. Indique su género:

☐ Femenino

☐ Masculino

4. ¿Cuál es el tipo de empresa donde labora? *

☐ Consultora de Sistemas

☐ Empresa con área de TI

5. ¿Cuál es el nombre de la empresa donde labora?

6. ¿Cuál es el País donde trabaja? *

☐ Perú

☐ Ecuador

☐ Colombia

☐ España

<input type="radio"/> Canadá <input type="radio"/> USA <input type="radio"/> Otro: _____
7. ¿Cuál es la cantidad de personas que trabajan en la consultora de sistemas o el área de TI? <input type="radio"/> Entre 1 a 20 <input type="radio"/> Entre 21 a 40 <input type="radio"/> Entre 41 a 60 <input type="radio"/> Mayor a 60

II. FACTORES VS. ACTIVIDADES

Considere los siguientes datos para contestar las preguntas de esta sección.

Lista de factores:

- Capacidad de aprendizaje
- Capacidad de negociación
- Personal estable
- Utilidad percibida
- Confianza
- Estrés
- Semi-Autonómica

Lista de Actividades del proceso de elicitación de requisitos:

- Adquisición del conocimiento
- Identificación de fuentes
- Definición de técnica
- Identificación de lista de deseos
- Integración de lista de deseos
- Documentación
- Refinamiento

Indique el nivel de influencia de cada factor en cada una de las actividades del proceso de elicitación de requisitos, de acuerdo a la escala indicada.

8. ¿Considera usted que el factor "CAPACIDAD DE APRENDIZAJE" influye en las siguientes actividades del proceso de Captación de Requisitos de los usuario?

Actividades:

- Adquisición del conocimiento del dominio
- Identificación de Fuentes de Requisitos
- Definición de Técnicas
- Identificación de lista de deseos de stakeholders

Nula	Baja	Media	Alta	Muy alta

9. ¿Considera usted que el factor "CAPACIDAD DE NEGOCIACION" influye en la siguiente actividad?

Actividad:

- Identificación de lista de deseos de stakeholders

Nula	Baja	Media	Alta	Muy alta

10. ¿Considera usted que el factor "ESTABILIDAD DEL PERSONAL" influye en las siguientes actividades del proceso de Captación de Requisitos de los usuario?

Actividades:

- Adquisición del conocimiento del dominio
- Identificación de Fuentes de Requisitos
- Definición de Técnicas
- Identificación de lista de deseos de stakeholders
- Integración de listas de deseos de stakeholders
- Refinamiento

Nula	Baja	Media	Alta	Muy alta

11. ¿Considera usted que el factor "UTILIDAD PERCIBIDA" influye en las siguientes actividades del proceso de Captación de Requisitos de los usuario?

Actividades:

- Identificación de lista de deseos de stakeholders
- Documentación

Nula	Baja	Media	Alta	Muy alta

12. ¿Considera usted que el factor "CONFIANZA" influye en la siguiente actividad?

Actividad:

- Identificación de lista de deseos de stakeholders

Nula	Baja	Media	Alta	Muy alta

13. ¿Considera usted que el factor "ESTRES" influye en las siguientes actividades del proceso de Captación de Requisitos de los usuario?

Actividades:

	Nula	Baja	Media	Alta	Muy alta
• Identificación de lista de deseos de stakeholders					
• Integración de listas de deseos de stakeholders					

14. ¿Considera usted que el factor "SEMI-AUTONOMICAS" (actividades que se realice de manera casi autónoma) influiría positivamente en la n la siguiente actividad?

Actividad:

	1	2	3	4	5
• Documentación					

Anexo A.2. Estructura de la encuesta para determinar las relaciones entre “Actividades y Cualidades”

Ruta de acceso: <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSf5gieR86Ah-9uLuUE4bGO04gvB9Vij0OLZsfquQKcf2Mw-rg/viewform?c=0&w=1>

El objetivo de la presente encuesta es determinar la percepción de los analistas de sistemas o ingenieros de requisitos, sobre las cualidades que deben cumplir las actividades del proceso de elicitación de requisitos para obtener un buen requisito.

La encuesta está estructurada en las siguientes secciones: (i) Datos generales de la organización (5 preguntas) y (ii) Percepción de los encuestados sobre la relación entre las actividades del proceso de elicitación y las cualidades (7 preguntas).

Las preguntas de la sección 2 deben contestarse de acuerdo a una calificación de 5 valores, para saber el nivel de relación entre las actividades del proceso de elicitación y las cualidades:

- 1 -> Nula
- 2 -> Baja
- 3- > Mediana
- 4 -> Alta
- 5 -> Muy alta

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!!!

I. DATOS GENERALES

Conteste las siguientes preguntas relacionadas a la empresa donde labora:

1. Indique su género:

☐

Femenino

☐

Masculino

2. Indique su situación académica:

☐

Alumno de últimos ciclos de pregrado

☐

Egresado

☐

Egresado y alumno de posgrado

3. Indique el nivel de experiencia como analista o ingeniero de requisitos:

☐

Junior (menos de 2 años)

☐

Semi-sénior (entre 2 años y 4 años)

☐

Sénior (más de 4 años)

4. ¿Cuál es el tipo de empresa donde labora?

☐

Consultora de Sistemas

☐

Institución Pública con área de Desarrollo de software

☐

Institución Privada con área de Desarrollo de software

5. ¿Cuál es el nombre de la empresa donde labora?

II. ACTIVIDADES VS. CUALIDADES

Considere los siguientes datos para contestar las preguntas de esta sección.

Lista de Actividades del proceso de elicitación de requisitos:

- Adquisición del conocimiento
- Identificación de fuentes
- Definición de técnica
- Identificación de lista de deseos
- Integración de lista de deseos
- Documentación
- Refinamiento

Lista de cualidades que debe cumplir cada actividad:

- Completo
- Consistente
- Correcto
- No ambiguo
- Verificable
- Ranqueable
- Modificable
- Traceable
- Entendible
- Factible
- Claro
- Independiente
- No redundante
- Breve
- Libre de Implementación
- Necesario

Indique qué cualidades debe cumplir cada actividad del proceso de elicitación, para obtener un "buen requisito". Califique de acuerdo a la escala indicada.

6. ¿Cuál es el nivel de relación que debe tener la actividad: "Adquisición del Conocimiento del Domino" con las siguientes cualidades?

Cualidades:

	Nula	Baja	Media	Alta	Muy alta
Completo					
Consistente					
Correcto					
Entendible					
No redundante					

7. ¿Cuál es el nivel de relación que debe tener la actividad: "Identificación de Fuentes de Requisitos " (como: documentos, sistemas y usuarios), con las siguientes cualidades?

Cualidades:

	Nula	Baja	Media	Alta	Muy alta
Completo					
Correcto					
Entendible					

8. ¿Cuál es el nivel de relación que debe tener la actividad: "Definición de Técnica de elicitación" (Ej.: Entrevistas, cuestionarios, prototipos, etc.), con las siguientes cualidades?

Cualidades

	Nula	Baja	Media	Alta	Muy alta
Correcto					
Entendible					

9. ¿Cuál es el nivel de relación que debe tener la actividad: "Identificación de lista de deseos o necesidades del stakeholder", con las siguientes cualidades?

Cualidades:

	Nula	Baja	Media	Alta	Muy alta
Completo					
Consistente					
Correcto					
No ambiguo					
Ranqueable					
Entendible					
Factible					
Claro					
Independiente					
No redundante					
Breve					
Libre de implementación					
Necesario					

10. ¿Cuál es el nivel de relación que debe tener la actividad: "Integración de la lista de deseos o necesidades del stakeholder" (agrupa, prioriza y ordena.), con las siguientes cualidades?

Cualidades:

	Nula	Baja	Media	Alta	Muy alta
Completo					
Correcto					
Ranqueable					
Entendible					
Factible					
Claro					
No redundante					
Breve					
Necesario					

11. ¿Cuál es el nivel de relación que debe tener la actividad: "Documentación de requisitos", con las siguientes cualidades?

Cualidades:

	Nula	Baja	Media	Alta	Muy alta
Completo					
Consistente					
Correcto					
No ambiguo					
Verificable					
Modificable					
Trazable					
Entendible					
Factible					
Claro					

Independiente					
No redundante					
Breve					
Libre de implementación					
Necesario					

12. ¿Cuál es el nivel de relación que debe tener la actividad: "Refinamiento de requisitos", con las siguientes cualidades?

Cualidades:

	Nula	Baja	Media	Alta	Muy alta
Completo					
Consistente					
Correcto					
Entendible					
No redundante					
Breve					
Necesario					

ANEXO B. Datos estadísticos del ACM (Factores → Actividades)

Anexo B.1. Valores del ACM (F1 → A1, A2, A3, A4)

	Vectores propios		Coordenadas de las columnas		Contribuciones de las columnas		Calidad de representación de las columnas		Calidad de representación acumulada de las columnas		
	CS1	CS2	Comp1	Comp2	Axis1 (%)	Axis2 (%)	Axis1	Axis2	Axis1	Axis1:2	Axis3:12
A1.1	10.5878767	-6.1304776	9.2578581	-5.214073	0.153987821	0.051624665	0.47352451	-0.150201973	0.47352451	0.62372648	0.3762735
A1.3	2.2836684	0.2199727	1.9968005	0.1870905	0.042981933	0.000398802	0.13592769	0.001193279	0.13592769	0.13712097	0.862879
A1.4	0.1346625	0.7031802	0.1177466	0.5980664	0.002715115	0.074033513	0.02070142	0.534075266	0.02070142	0.55477668	0.4452233
A1.5	-0.5904257	-1.0884242	-0.5162581	-0.9257229	0.031604074	0.107401153	-0.15164208	-0.487582293	0.15164208	0.63922438	0.3607756
A2.2	8.3514983	-4.2200736	7.3024071	-3.5892427	0.191614077	0.048925884	0.59250166	-0.143140701	0.59250166	0.73564236	0.2643576
A2.3	0.9798602	0.8423754	0.856773	0.7164543	0.014507399	0.010721922	0.04722023	0.033019729	0.04722023	0.08023996	0.91976
A2.4	0.1976841	0.7296866	0.1728515	0.6206105	0.005636392	0.076794588	0.04074226	0.525214681	0.04074226	0.56595694	0.4340431
A2.5	-0.7537232	-1.210048	-0.6590427	-1.0291659	0.049942739	0.128722296	-0.23557273	-0.574471831	0.23557273	0.81004456	0.1899554
A3.2	6.0131191	-2.9841818	5.2577683	-2.5380961	0.198668136	0.048930444	0.62121635	-0.144762516	0.62121635	0.76597886	0.2340211
A3.3	0.6954115	0.9875305	0.6080559	0.8399111	0.007971382	0.016074997	0.02609873	0.049796515	0.02609873	0.07589524	0.9241048
A3.4	0.1730777	0.7987647	0.1513361	0.6793627	0.004032522	0.085887994	0.02671973	0.538455904	0.02671973	0.56517563	0.4348244
A3.5	-0.725868	-1.1498909	-0.6346866	-0.9780013	0.049214474	0.123506787	-0.24028278	-0.570535855	0.24028278	0.81081864	0.1891814
A4.1	3.0830445	-0.8192784	2.6957613	-0.6968099	0.013056543	0.000922001	0.04014988	-0.002682563	0.04014988	0.04283245	0.9571676
A4.2	7.4271559	-4.4038895	6.4941779	-3.7455811	0.151545727	0.053280887	0.46860385	-0.155881978	0.46860385	0.62448583	0.3755142
A4.3	2.0528615	0.3012212	1.7949869	0.2561937	0.040521542	0.000872445	0.12887912	0.002625408	0.12887912	0.13150453	0.8684955
A4.4	0.1766943	0.8663611	0.1544985	0.7368545	0.00381684	0.091760654	0.02284313	0.519601646	0.02284313	0.54244478	0.4575552
A4.5	-0.5787131	-0.8384052	-0.5060168	-0.7130775	0.038183284	0.080140969	-0.21467068	-0.426301012	0.21467068	0.6409717	0.3590283

Anexo B.2. Valores del ACM ($F3 \rightarrow A1, A2, A3, A4, A5, A7$)

	Vectores propios		Coordenadas de las columnas		Contribuciones de las columnas		Calidad de representación de las columnas		Calidad de representación acumulada de las columnas		
	CS1	CS2	Comp1	Comp2	Axis1 (%)	Axis2 (%)	Axis1	Axis2	Axis1	Axis1:2	Axis3:12
A1.1	-1.9110316	0.9902373	-1.6473229	0.78928662	0.003344361	0.000897958	-0.01499267	0.003441842	0.01499267	0.01843451	0.9815655
A1.2	-4.8508849	3.7054006	-4.1814975	2.95345668	0.043097224	0.025146508	-0.19427691	0.096921182	0.19427691	0.29119809	0.7088019
A1.3	-2.6903797	1.530522	-2.3191266	1.21993033	0.053026688	0.017161156	-0.24728037	0.068424369	0.24728037	0.31570474	0.6842953
A1.4	-0.3035473	-0.899016	-0.2616599	-0.71657701	0.008522195	0.074753856	-0.08537109	-0.64026845	0.08537109	0.72563954	0.2743605
A1.5	0.9113445	1.0022201	0.7855855	0.79883765	0.053240309	0.064387502	0.38571535	0.398838499	0.38571535	0.78455385	0.2154461
A2.2	-3.9541568	2.8373741	-3.4085114	2.26158048	0.057272365	0.029489714	-0.26107753	0.114938118	0.26107753	0.37601565	0.6239843
A2.3	-2.1812365	1.2815711	-1.8802415	1.02149951	0.052283437	0.018048622	-0.24955116	0.073656088	0.24955116	0.32320725	0.6767928
A2.4	-0.2392717	-1.0433809	-0.206254	-0.83164568	0.004928197	0.093711095	-0.04544119	-0.738791445	0.04544119	0.78423264	0.2157674
A2.5	0.8955973	0.9909647	0.7720113	0.78986637	0.052885359	0.064747979	0.39011006	0.408363628	0.39011006	0.79847369	0.2015263
A3.1	-4.7240267	3.461558	-4.0721449	2.75909754	0.02043629	0.010972879	-0.09161527	0.04205867	0.09161527	0.13367394	0.8663261
A3.2	-2.4963691	1.341728	-2.151888	1.06944865	0.028534151	0.00824283	-0.13080853	0.032308486	0.13080853	0.16311702	0.836883
A3.3	-2.2329859	1.2195671	-1.9248498	0.97207805	0.063925975	0.019068511	-0.30875391	0.078744644	0.30875391	0.38749855	0.6125014
A3.4	-0.1675554	-1.0741952	-0.144434	-0.85620673	0.002365278	0.09721462	-0.02132476	-0.749380854	0.02132476	0.77070561	0.2292944
A3.5	0.9126111	1.0225974	0.7866773	0.8150798	0.053388396	0.067032401	0.38678822	0.415221922	0.38678822	0.80201014	0.1979899
A4.2	-4.1807514	3.0680559	-3.6038376	2.44544953	0.048018358	0.025859799	-0.21767004	0.100227208	0.21767004	0.31789725	0.6821028
A4.3	-2.8908708	1.4280361	-2.4919513	1.13824207	0.05357137	0.013072354	-0.24839285	0.0518238	0.24839285	0.30021665	0.6997834
A4.4	-0.8219404	-0.9107838	-0.7085185	-0.72595675	0.023509402	0.02886633	-0.13247181	-0.139072927	0.13247181	0.27154474	0.7284553
A4.5	0.4777021	0.1149953	0.4117826	0.09165905	0.028002479	0.001622714	0.4733688	0.023453859	0.4733688	0.49682266	0.5031773
A5.2	-4.0634709	2.9537758	-3.502741	2.35436052	0.015120692	0.007989736	-0.06778561	0.030624384	0.06778561	0.09840999	0.90159
A5.3	-3.4496456	2.0941437	-2.9736192	1.66917515	0.108974863	0.040159685	-0.51409368	0.161985214	0.51409368	0.6760789	0.3239211
A5.4	-0.3866047	-1.167726	-0.333256	-0.93075716	0.009854716	0.089906637	-0.07269354	-0.567038549	0.07269354	0.63973209	0.3602679
A5.5	0.6706613	0.6078895	0.5781148	0.48452933	0.040777351	0.033501312	0.39864407	0.280025282	0.39864407	0.67866935	0.3213307

A7.2	-2.7675026	1.2060224	-2.3856071	0.961282	0.021041403	0.003995852	-0.09538192	0.015487091	0.09538192	0.11086901	0.889131
A7.3	-3.2606537	2.0074396	-2.8107068	1.60006612	0.097361378	0.036903057	-0.45930656	0.14884951	0.45930656	0.60815607	0.3918439
A7.4	-0.2705716	-0.969593	-0.2332346	-0.77283168	0.006100748	0.078342551	-0.0543984	-0.597268809	0.0543984	0.65166721	0.3483328
A7.5	0.8401418	0.8274423	0.7242082	0.6595279	0.050417014	0.048904342	0.39335816	0.326232785	0.39335816	0.71959095	0.2804091

Anexo B.3. Valores del ACM ($F4 \rightarrow A4, A6$)

	Vectores propios		Coordenadas de las columnas		Contribuciones de las columnas		Calidad de representación de las columnas		Calidad de representación acumulada de las columnas		
	CS1	CS2	Comp1	Comp2	Axis1 (%)	Axis2 (%)	Axis1	Axis2	Axis1	Axis1:2	Axis3:12
A4.1	-3.21260506	-1.75825535	-2.87435543	-1.55895461	0.028353932	0.008493027	-0.045645962	-0.01342729	0.045645962	0.05907325	0.9409267
A4.2	7.90300059	-9.9270022	7.07090735	-8.8017624	0.171586314	0.270729046	0.276230556	-0.428016693	0.276230556	0.70424725	0.2957528
A4.3	-1.54887716	-0.87425528	-1.38579856	-0.77515721	0.243856474	0.077692102	-0.490042713	-0.153325115	0.490042713	0.64336783	0.3566322
A4.4	0.33061614	0.08660136	0.29580614	0.07678497	0.036335578	0.002493064	0.173568093	0.011695208	0.173568093	0.1852633	0.8147367
A4.5	0.57334122	1.52517905	0.51297511	1.35229784	0.019867702	0.140592761	0.036182227	0.251447549	0.036182227	0.28762978	0.7123702
A6.1	0.9539499	2.66503923	0.85351016	2.36295325	0.002500056	0.019512182	0.004024749	0.030848332	0.004024749	0.03487308	0.9651269
A6.2	4.74984692	-5.68113806	4.24974377	-5.03717299	0.185942685	0.266005465	0.302686962	-0.425247683	0.302686962	0.72793465	0.2720654
A6.3	-1.930834	-1.00623443	-1.72753983	-0.89217633	0.266294281	0.07232198	-0.497398978	-0.1326631	0.497398978	0.63006208	0.3699379
A6.4	0.09438703	-0.03289753	0.08444919	-0.02916855	0.002790154	0.000338946	0.011956027	-0.001426349	0.011956027	0.01338238	0.9866176
A6.5	0.63784398	1.16554708	0.57068649	1.03343066	0.042472824	0.141821428	0.085944145	0.281827774	0.085944145	0.36777192	0.6322281

Anexo B.4. Valores del ACM (F6 → A4, A5)

	Vectores propios		Coordenadas de las columnas		Contribuciones de las columnas		Calidad de representación de las columnas		Calidad de representación acumulada de las columnas		
	CS1	CS2	Comp1	Comp2	Axis1 (%)	Axis2 (%)	Axis1	Axis2	Axis1	Axis1:2	Axis3:12
A4.1	6.662844	0.3179265	6.481084	0.2915363	0.121960137	0.000277685	0.232068785	0.000469577	0.232068785	0.2325384	0.76746164
A4.2	6.662844	0.3179265	6.481084	0.2915363	0.365880411	0.000833054	0.703985197	0.001424471	0.703985197	0.7054097	0.29459033
A4.3	-0.2738619	3.6766471	-0.2663911	3.3714591	0.001030225	0.185683159	-0.002004639	0.321094258	0.002004639	0.3230989	0.6769011
A4.4	-0.2331509	1.4274346	-0.2267906	1.3089474	0.005525536	0.207115599	-0.013124531	0.43719793	0.013124531	0.4503225	0.54967754
A4.5	-0.1224668	-0.5328678	-0.1191259	-0.488636	0.005603692	0.106090504	-0.041955974	-0.705914286	0.041955974	0.7478703	0.25212974
A5.2	5.9457209	0.216747	5.7835238	0.1987554	0.485598852	0.000645319	0.944891159	0.001115924	0.944891159	0.9460071	0.05399292
A5.3	-0.2539846	2.9210951	-0.247056	2.6786233	0.001594983	0.210975739	-0.003175318	0.373267092	0.003175318	0.3764424	0.62355759
A5.4	-0.2059921	0.8484237	-0.2003727	0.7779985	0.007227556	0.122607171	-0.020743767	0.312728827	0.020743767	0.3334726	0.66652741
A5.5	-0.1384078	-0.7544892	-0.1346321	-0.6918612	0.005578609	0.165771771	-0.025280737	-0.667621442	0.025280737	0.6929022	0.30709782

ANEXO C. Datos estadísticos del ACM (Actividades ↔ Cualidades)

Anexo C.1. Valores del ACM (A1 ↔ C1, C2, C3, C9, C13)

	Vectores propios		Coordenadas de las columnas		Contribuciones de las columnas		Calidad de representación de las columnas		Calidad de representación acumulada de las columnas		
	CS1	CS2	Comp1	Comp2	Axis1(%)	Axis2(%)	Axis1	Axis2	Axis1	Axis1:2	Axis3:12
C1.2	-1.3240228	-1.90184672	-1.0337475	-1.08822214	0.00194782	0.00401891	-0.00597002	-0.0066158	0.00597002	0.01258582	0.9874142
C1.3	-1.0710713	15.3100768	-0.8362524	8.76030877	0.00127466	0.26044272	-0.00390681	0.4287319	0.00390681	0.4326387	0.5673613
C1.4	-0.9592444	-0.08786894	-0.7489421	-0.05027794	0.09712693	0.00081499	-0.62690423	-0.00282527	0.62690423	0.6297295	0.3702705
C1.5	1.1267869	-0.06097206	0.879753	-0.03488774	0.11708982	0.00034284	0.66225906	-0.00104148	0.66225906	0.66330054	0.3366995
C2.3	-0.6110878	1.61305144	-0.4771145	0.92297569	0.00124476	0.00867312	-0.00385828	0.01443871	0.00385828	0.01829699	0.981703
C2.4	-1.014155	-0.10499474	-0.7918142	-0.06007718	0.10970776	0.00117588	-0.71653689	-0.00412488	0.71653689	0.72066177	0.2793382
C2.5	1.2245943	0.06469556	0.9561174	0.0370183	0.13496681	0.0003767	0.74794949	0.0011212	0.74794949	0.74907069	0.2509293
C3.3	-1.5835339	1.39471108	-1.236364	0.79804301	0.0055724	0.00432271	-0.01717524	0.00715587	0.01717524	0.02433111	0.9756689
C3.4	-0.9404843	0.20452016	-0.7342949	0.11702487	0.08353711	0.00395047	-0.48243227	0.01225326	0.48243227	0.49468553	0.5053145
C3.5	0.8936369	-0.21692082	0.6977182	-0.12412043	0.08252064	0.00486231	0.52038387	-0.01646836	0.52038387	0.53685223	0.4631478
C9.3	-1.9067112	8.23433988	-1.4886888	4.71162625	0.02019749	0.37669085	-0.06331984	0.6342692	0.06331984	0.69758903	0.302411
C9.4	-0.5576586	-0.58236398	-0.4353989	-0.33322421	0.04284656	0.04672703	-0.41976708	-0.24587069	0.41976708	0.66563777	0.3343622
C9.5	1.5428082	0.60865558	1.2045669	0.34826807	0.13488124	0.02099283	0.57364381	0.04795212	0.57364381	0.62159592	0.3784041
C13.2	-0.6765352	-0.85367849	-0.5282133	-0.4884683	0.00050856	0.00080974	-0.00155871	-0.00133297	0.00155871	0.00289168	0.9971083
C13.3	-1.6277149	2.33800459	-1.2708589	1.33778833	0.05593295	0.11539894	-0.19059977	0.21120419	0.19059977	0.40180396	0.598196
C13.4	-0.1992361	-0.7286766	-0.1555561	-0.41694318	0.0055573	0.07433574	-0.05646127	-0.40563043	0.05646127	0.4620917	0.5379083
C13.5	1.6678489	1.41896599	1.302194	0.81192148	0.1050872	0.07606421	0.39489118	0.15351617	0.39489118	0.54840734	0.4515927

Anexo C.2. Valores del ACM (A2 ↔ C1, C3, C9)

	Vectores propios		Coordenadas de las columnas		Contribuciones de las columnas		Calidad de representación de las columnas		Calidad de representación acumulada de las columnas		
	CS1	CS2	Comp1	Comp2	Axis1(%)	Axis2(%)	Axis1	Axis2	Axis1	Axis1:2	Axis3:12
C1.3	-2.5973682	8.2209212	-2.1716432	6.4581799	0.02498638	0.25030943	-0.05298915	0.46863019	0.05298915	0.5216193	0.4783807
C1.4	-0.8247722	-0.4061839	-0.6895868	-0.3190894	0.13227067	0.03208049	-0.66574197	-0.14254528	0.66574197	0.8082872	0.1917128
C1.5	1.2574769	0.3590065	1.0513685	0.2820278	0.21376133	0.01742343	0.75413487	0.05426539	0.75413487	0.8084003	0.1915997
C3.3	-2.9099544	6.072794	-2.4329945	4.7706571	0.0627247	0.2731765	-0.13453323	0.51725385	0.13453323	0.6517871	0.3482129
C3.4	-0.9119764	-0.514518	-0.7624977	-0.4041943	0.12167477	0.03872884	-0.45476057	-0.12778685	0.45476057	0.5825474	0.4174526
C3.5	0.8627418	0.1686159	0.721333	0.1324611	0.13370253	0.00510711	0.60808627	0.02050549	0.60808627	0.6285918	0.3714082
C9.2	-3.4040008	6.6556279	-2.8460636	5.2285189	0.02145782	0.08203219	-0.04525183	0.15272296	0.04525183	0.1979748	0.8020252
C9.3	-3.3012891	7.8535314	-2.760187	6.1695663	0.04036485	0.22843687	-0.08560261	0.42768032	0.08560261	0.5132829	0.4867171
C9.4	-0.4968719	-0.4149952	-0.4154315	-0.3260113	0.05760573	0.0401849	-0.4026944	-0.24799459	0.4026944	0.650689	0.349311
C9.5	1.4237734	0.5867981	1.1904079	0.460976	0.19145122	0.03252025	0.56023737	0.0840112	0.56023737	0.6442486	0.3557514

Anexo C.3. Valores del ACM (A3 ↔ C3, C9)

	Vectores propios		Coordenadas de las columnas		Contribuciones de las columnas		Calidad de representación de las columnas		Calidad de representación acumulada de las columnas		
	CS1	CS2	Comp1	Comp2	Axis1(%)	Axis2(%)	Axis1	Axis2	Axis1	Axis1:2	Axis3:12
C3.3	7.60536765	1.076282	6.94219731	0.8850534	0.48201348	0.00965319	0.81684921	0.0132766	0.81684921	0.8301258	0.1698742
C3.4	0.03588102	-1.1826718	0.03275228	-0.9725404	0.00026822	0.29139845	0.00076622	-0.6755963	0.00076622	0.6763625	0.3236375
C3.5	-0.25007039	0.8379563	-0.22826483	0.6890723	0.01771831	0.19894836	-0.06813709	0.6209192	0.06813709	0.6890563	0.3109437
C9.3	7.62617344	0.9173215	6.96118889	0.7543362	0.48465434	0.00701232	0.82132459	0.00964446	0.82132459	0.830969	0.169031
C9.4	-0.04732651	-0.6966803	-0.04319975	-0.5728976	0.00075282	0.16313607	-0.00382733	-0.67311196	0.00382733	0.6769393	0.3230607
C9.5	-0.30628594	1.456185	-0.27957852	1.1974571	0.01459283	0.32985161	-0.03529994	0.6475693	0.03529994	0.6828692	0.3171308

Anexo C.4. Valores del ACM (A4 ↔ C1, C2, C3, C4, C6, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16)

	Vectores propios		Coordenadas de las columnas		Contribuciones de las columnas		Calidad de representación de las columnas		Calidad de representación acumulada de las columnas		
	CS1	CS2	Comp1	Comp2	Axis1(%)	Axis2(%)	Axis1	Axis2	Axis1	Axis1:2	Axis3:12
C1.3	2.0835535	-8.52639504	1.5488623	-4.57057404	0.00371042	6.21E-02	0.02695477	-0.23472075	0.02695477	0.26167552	0.7383245
C1.4	1.5355589	0.09644772	1.1414966	0.0517008	0.04836802	1.91E-04	0.47382343	0.00097199	0.47382343	0.47479542	0.5252046
C1.5	-0.5990303	0.09556384	-0.4453043	0.051227	0.0199354	5.07E-04	-0.51556942	0.00682293	0.51556942	0.52239235	0.4776077
C2.3	3.422743	-13.2710947	2.5443826	-7.1139703	0.00500648	7.53E-02	0.03616694	-0.28272946	0.03616694	0.3188964	0.6811036
C2.4	1.5075476	0.32059672	1.1206736	0.17185587	0.05536063	2.50E-03	0.58200679	0.01368669	0.58200679	0.59569348	0.4043065
C2.5	-0.7324013	-0.04100753	-0.544449	-0.02198208	0.02796676	8.77E-05	-0.62351408	-0.00101641	0.62351408	0.6245305	0.3754695
C3.4	1.8429858	-0.42588752	1.3700302	-0.22829701	0.05660995	3.02E-03	0.51916542	-0.01441604	0.51916542	0.53358146	0.4664185
C3.5	-0.509762	0.11779868	-0.3789445	0.06314598	0.01565807	8.36E-04	-0.51916542	0.01441604	0.51916542	0.53358146	0.4664185
C4.3	1.6314493	0.93495489	1.2127791	0.50118257	0.00568724	1.87E-03	0.04202381	0.00717668	0.04202381	0.04920049	0.9507995
C4.4	0.7335295	0.35176966	0.5452878	0.18856613	0.02115472	4.87E-03	0.31085413	0.03717342	0.31085413	0.34802755	0.6519724
C4.5	-0.911349	-0.44623595	-0.6774743	-0.23920478	0.02945993	7.06E-03	-0.39272816	-0.04896052	0.39272816	0.44168869	0.5583113
C6.3	2.4659168	-7.43472723	1.8331016	-3.98538551	0.01819026	1.65E-01	0.13596434	-0.64267679	0.13596434	0.77864113	0.2213589
C6.4	0.9652858	0.94808893	0.7175697	0.50822307	0.03066103	2.96E-02	0.38492989	0.1930911	0.38492989	0.57802099	0.421979
C6.5	-0.9540461	-0.2183308	-0.7092143	-0.11703623	0.0373417	1.96E-03	-0.57483996	-0.01565426	0.57483996	0.59049422	0.4095058
C9.3	2.9145969	-12.6033377	2.1666394	-6.75601914	0.00726058	1.36E-01	0.05274524	-0.51285162	0.05274524	0.56559686	0.4344031
C9.4	1.2015668	0.61471016	0.8932151	0.32951538	0.04750843	1.24E-02	0.59643839	0.08117175	0.59643839	0.67761014	0.3223899
C9.5	-0.9737608	-0.21906938	-0.7238697	-0.11743214	0.04092701	2.07E-03	-0.66990787	-0.01763065	0.66990787	0.68753851	0.3124615
C10.3	2.7577026	-6.12306309	2.050008	-3.28226796	0.0194998	9.61E-02	0.14491492	-0.37149252	0.14491492	0.51640744	0.4835926
C10.4	1.0638323	0.90190718	0.7908267	0.48346734	0.03385545	2.43E-02	0.39798616	0.14874406	0.39798616	0.54673023	0.4532698
C10.5	-0.8751392	-0.25379927	-0.6505569	-0.1360491	0.03403861	2.86E-03	-0.57914897	-0.02532859	0.57914897	0.60447757	0.3955224
C11.3	2.6588227	-10.5152469	1.9765032	-5.6366981	0.00604217	9.45E-02	0.04389399	-0.35699287	0.04389399	0.40088686	0.5991131

C11.4	1.0525795	0.55201621	0.7824616	0.29590829	0.04166551	1.15E-02	0.58562682	0.08375468	0.58562682	0.66938151	0.3306185
C11.5	-1.0882738	-0.30607703	-0.8089959	-0.16407259	0.04555154	3.60E-03	-0.65447437	-0.02691982	0.65447437	0.68139418	0.3186058
C12.3	1.6551897	-0.55950271	1.2304271	-0.29992143	0.05151484	5.89E-03	0.48980766	-0.0291024	0.48980766	0.51891006	0.4810899
C12.4	-0.3272587	0.38809832	-0.2432761	0.2080401	0.004943	6.95E-03	-0.08877487	0.06492103	0.08877487	0.1536959	0.8463041
C12.5	-1.3387286	-0.6177321	-0.9951778	-0.33113529	0.02144506	4.57E-03	-0.18243822	-0.02019879	0.18243822	0.20263701	0.797363
C13.3	2.5677159	-1.08934486	1.9087766	-0.58394331	0.00845278	1.52E-03	0.06175302	-0.00577949	0.06175302	0.06753251	0.9324675
C13.4	0.6926996	0.30934686	0.5149358	0.16582538	0.02214613	4.42E-03	0.3977383	0.04124709	0.3977383	0.43898538	0.5610146
C13.5	-1.1958653	-0.43683226	-0.8889767	-0.23416393	0.04216943	5.63E-03	-0.49125491	-0.03408522	0.49125491	0.52534013	0.4746599
C14.2	3.1669688	-11.183004	2.3542464	-5.99464926	0.00857239	1.07E-01	0.06227501	-0.40377326	0.06227501	0.46604827	0.5339517
C14.3	2.3524493	-5.37081109	1.7487527	-2.87902327	0.01182482	6.16E-02	0.08737531	-0.23682214	0.08737531	0.32419746	0.6758025
C14.4	0.6028443	0.75801142	0.4481395	0.40633202	0.0170839	2.70E-02	0.31558849	0.25945183	0.31558849	0.57504032	0.4249597
C14.5	-1.3398262	-0.54224116	-0.9959937	-0.29066837	0.04833054	7.92E-03	-0.53415574	-0.04549359	0.53415574	0.57964933	0.4203507
C15.2	2.0305151	-3.71545565	1.5094348	-1.99166999	0.00352392	1.18E-02	0.02559993	-0.04457022	0.02559993	0.07017014	0.9298299
C15.3	1.3149066	0.21480336	0.9774691	0.11514534	0.0332496	8.87E-04	0.31848194	0.00441948	0.31848194	0.32290143	0.6770986
C15.4	-0.3380177	0.0726403	-0.251274	0.03893883	0.00537101	2.48E-04	-0.09921783	0.00238265	0.09921783	0.10160048	0.8983995
C15.5	-1.1326036	-0.44459447	-0.8419496	-0.23832486	0.01260863	1.94E-03	-0.10384853	-0.00832083	0.10384853	0.11216936	0.8878306
C16.3	2.300374	-2.31370186	1.7100412	-1.24025988	0.00226142	2.29E-03	0.01633654	-0.00859355	0.01633654	0.02493009	0.9750699
C16.4	1.0332281	0.50146422	0.7680763	0.26880989	0.03239179	7.63E-03	0.3842736	0.04706763	0.3842736	0.43134124	0.5686588
C16.5	-0.7005516	-0.30824313	-0.5207727	-0.16523373	0.02265104	4.39E-03	-0.40680638	-0.04095328	0.40680638	0.44775966	0.5522403

Anexo C.5. Valores del ACM (A5 ↔ C1, C3, C6, C9, C10, C11, C13, C14, C16)

	Vectores propios		Coordenadas de las columnas		Contribuciones de las columnas		Calidad de representación de las columnas		Calidad de representación acumulada de las columnas		
	CS1	CS2	Comp1	Comp2	Axis1(%)	Axis2(%)	Axis1	Axis2	Axis1	Axis1:2	Axis3:12
C1.3	1.0065958	11.6770508	0.800157	6.34092926	0.00125091	1.68E-01	0.00719384	0.45176836	0.00719384	0.45896219	0.5410378
C1.4	0.8132015	-0.02625091	0.6464252	-0.0142549	0.03673871	3.83E-05	0.41786559	-0.0002032	0.41786559	0.41806879	0.5819312
C1.5	-0.8545605	-0.23853999	-0.6793021	-0.12953315	0.03966919	3.09E-03	-0.44138825	-0.01604932	0.44138825	0.45743758	0.5425624
C3.3	1.4032613	3.69615591	1.115472	2.00710467	0.00121552	8.43E-03	0.00695127	0.02250541	0.00695127	0.02945669	0.9705433
C3.4	0.8616419	0.43777178	0.6849312	0.23772098	0.03345504	8.64E-03	0.32006116	0.03855441	0.32006116	0.35861557	0.6413844
C3.5	-0.6066332	-0.33635374	-0.4822212	-0.18264845	0.02407927	7.40E-03	-0.33309397	-0.0477866	0.33309397	0.38088057	0.6191194
C6.3	0.7919662	6.67882571	0.629545	3.62676862	0.00193584	1.38E-01	0.01132363	0.37581288	0.01132363	0.3871365	0.6128635
C6.4	0.7946527	-0.22846685	0.6316805	-0.12406319	0.03352263	2.77E-03	0.36506107	-0.01408174	0.36506107	0.37914282	0.6208572
C6.5	-0.8123591	-0.15444921	-0.6457556	-0.08386977	0.03625527	1.31E-03	-0.40783544	-0.00687954	0.40783544	0.41471498	0.585285
C9.3	0.9450272	9.96891318	0.7512153	5.41336803	0.00055128	6.13E-02	0.00315265	0.16371259	0.00315265	0.16686524	0.8331348
C9.4	0.6581552	-0.12334922	0.5231767	-0.0669817	0.03529519	1.24E-03	0.75271325	-0.01233801	0.75271325	0.76505125	0.2349487
C9.5	-1.8685428	0.13432305	-1.4853308	0.07294076	0.10129522	5.23E-04	-0.77963723	0.00188013	0.77963723	0.78151735	0.2184826
C10.3	1.1529983	9.40994528	0.9165345	5.10983454	0.00328248	2.19E-01	0.01909171	0.59341839	0.01909171	0.6125101	0.3874899
C10.4	0.6839828	-0.42333426	0.5437075	-0.22988104	0.03609818	1.38E-02	0.67185863	-0.12010294	0.67185863	0.79196157	0.2080384
C10.5	-1.7668596	0.29954904	-1.4045014	0.16266259	0.09827866	2.82E-03	-0.77987464	0.01046058	0.77987464	0.79033522	0.2096648
C11.3	0.9450272	9.96891318	0.7512153	5.41336803	0.00055128	6.13E-02	0.00315265	0.16371259	0.00315265	0.16686524	0.8331348
C11.4	0.6694096	-0.13990023	0.532123	-0.07596931	0.03678921	1.61E-03	0.80126808	-0.01633165	0.80126808	0.81759973	0.1824003
C11.5	-1.9560108	0.18777863	-1.5548603	0.10196847	0.10863889	1.00E-03	-0.82991916	0.00356931	0.82991916	0.83348847	0.1665115
C13.3	1.1111207	0.77030394	0.8832454	0.41829422	0.00304837	1.47E-03	0.01773006	0.00397659	0.01773006	0.02170665	0.9782934
C13.4	0.5944141	-0.11113744	0.4725081	-0.06035039	0.0287897	1.01E-03	0.61397565	-0.01001597	0.61397565	0.62399162	0.3760084
C13.5	-1.8842533	0.26338468	-1.4978192	0.14302444	0.0964309	1.88E-03	-0.72582609	0.00661811	0.72582609	0.7324442	0.2675558

C14.3	1.0845603	6.49559474	0.8621321	3.52726965	0.00726093	2.60E-01	0.04372187	0.73186066	0.04372187	0.77558252	0.2244175
C14.4	0.502569	-0.55309423	0.3994991	-0.30034393	0.02073614	2.51E-02	0.45163267	-0.25526514	0.45163267	0.70689781	0.2931022
C14.5	-2.0996561	0.23258337	-1.6690459	0.12629856	0.10068923	1.24E-03	-0.72077921	0.00412727	0.72077921	0.72490647	0.2750935
C16.4	0.7619943	-0.2115829	0.6057199	-0.11489478	0.04121793	3.18E-03	0.64912468	-0.02335528	0.64912468	0.67247996	0.32752
C16.5	-1.3481437	0.37433897	-1.0716582	0.20327538	0.07292404	5.62E-03	-0.64912468	0.02335528	0.64912468	0.67247996	0.32752

Anexo C.6. Valores del ACM (A6 ↔ C1, C2, C3, C4, C5, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16)

	Vectores propios		Coordenadas de las columnas		Contribuciones de las columnas		Calidad de representación de las columnas		Calidad de representación acumulada de las columnas		
	CS1	CS2	Comp1	Comp2	Axis1(%)	Axis2(%)	Axis1	Axis2	Axis1	Axis1:2	Axis3:12
C1.3	2.5450357	-3.9880401	1.86181829	-1.97192705	4.80E-03	0.01178108	0.03894795	-0.04369097	0.03894795	0.08263892	0.9173611
C1.4	1.71036205	-0.8335588	1.25121363	-0.41216165	4.12E-02	0.00977895	0.41894613	-0.0454601	0.41894613	0.46440623	0.5355938
C1.5	-0.50059878	0.2832237	-0.36621253	0.14004283	1.30E-02	0.00415933	-0.46939066	0.06864198	0.46939066	0.53803265	0.4619674
C2.3	3.10333523	-15.2852955	2.27024175	-7.55797018	3.57E-03	0.08653343	0.02879328	-0.31912242	0.02879328	0.3479157	0.6520843
C2.4	1.7378552	-0.2383332	1.27132622	-0.11784629	4.81E-02	0.00090464	0.50729654	-0.00435893	0.50729654	0.51165546	0.4883445
C2.5	-0.57228757	0.1877472	-0.41865639	0.09283353	1.65E-02	0.00177551	-0.54175345	0.02663766	0.54175345	0.5683911	0.4316089
C3.4	1.6638091	-0.9797978	1.21715787	-0.48447101	4.10E-02	0.01422228	0.42327808	-0.06706062	0.42327808	0.4903387	0.5096613
C3.5	-0.47537403	0.2799422	-0.34775939	0.13842029	1.17E-02	0.00406351	-0.42327808	0.06706062	0.42327808	0.4903387	0.5096613
C4.3	2.2505725	-3.7160548	1.64640404	-1.83744117	5.63E-03	0.0153434	0.04594316	-0.05722356	0.04594316	0.10316672	0.8968333
C4.4	1.04723519	0.533258	0.76610385	0.26367486	3.05E-02	0.007899	0.41922508	0.04966031	0.41922508	0.46888538	0.5311146
C4.5	-0.83621919	-0.2828058	-0.6117353	-0.13983619	2.64E-02	0.00302143	-0.48936472	-0.02557082	0.48936472	0.51493554	0.4850645
C5.3	1.71374506	-1.1329653	1.25368847	-0.56020623	2.83E-02	0.01236069	0.26535782	-0.05298446	0.26535782	0.31834228	0.6816577
C5.4	0.01583397	0.5354493	0.01158332	0.26475838	1.00E-05	0.01146824	0.00020126	0.1051455	0.00020126	0.10534676	0.8946532
C5.5	-1.00581391	-0.6167702	-0.73580215	-0.30496833	1.72E-02	0.00648098	-0.18585538	-0.03192732	0.18585538	0.2177827	0.7822173

C7.3	1.42929404	-0.6313528	1.04559861	-0.31217883	3.10E-02	0.00605291	0.32247723	-0.0287459	0.32247723	0.35122313	0.6487769
C7.4	-0.18744471	0.421114	-0.13712499	0.20822411	1.41E-03	0.00709348	-0.0282049	0.06503592	0.0282049	0.09324082	0.9067592
C7.5	-1.23732343	-0.6320919	-0.90516271	-0.31254427	1.76E-02	0.00458731	-0.17046245	-0.0203235	0.17046245	0.19078595	0.809214
C8.3	1.75364759	-3.2318332	1.28287912	-1.59801286	1.14E-02	0.03868424	0.09681052	-0.15021442	0.09681052	0.24702494	0.7529751
C8.4	0.5244797	0.594822	0.38368259	0.29411582	1.07E-02	0.0137594	0.20609727	0.12110576	0.20609727	0.32720303	0.672797
C8.5	-1.11702837	-0.4636613	-0.81716098	-0.22926204	3.00E-02	0.00517549	-0.37742508	-0.02970844	0.37742508	0.40713352	0.5928665
C9.3	2.7461928	-7.1931662	2.00897457	-3.55673436	8.38E-03	0.05749071	0.06840642	-0.21441287	0.06840642	0.28281929	0.7171807
C9.4	1.12962422	0.6071617	0.82637546	0.30021731	3.59E-02	0.01037668	0.49903968	0.06586455	0.49903968	0.56490422	0.4350958
C9.5	-0.93158435	-0.2432158	-0.68149959	-0.12026052	3.25E-02	0.00221279	-0.59377988	-0.01849015	0.59377988	0.61227003	0.38773
C10.3	2.73434516	-7.2061356	2.00030744	-3.5631472	1.11E-02	0.07693095	0.09093704	-0.28854586	0.09093704	0.37948291	0.6205171
C10.4	0.9685442	0.7660414	0.70853753	0.37877697	3.20E-02	0.01999533	0.52484477	0.14999344	0.52484477	0.67483821	0.3251618
C10.5	-1.19099341	-0.4958484	-0.87127003	-0.24517729	4.41E-02	0.00764915	-0.66422253	-0.05259791	0.66422253	0.71682044	0.2831796
C11.3	2.69178717	-11.0448818	1.96917418	-5.46125438	5.37E-03	0.09036253	0.04356907	-0.33511572	0.04356907	0.37868479	0.6213152
C11.4	1.09748393	0.6833357	0.80286326	0.3378823	3.88E-02	0.01504609	0.603003	0.106799	0.603003	0.70980201	0.290198
C11.5	-1.10840304	-0.4105543	-0.81085112	-0.20300277	4.14E-02	0.00568092	-0.67225436	-0.04213619	0.67225436	0.71439056	0.2856094
C12.2	-1.57115289	-0.9440899	-1.14937531	-0.46681487	9.14E-04	0.00033011	-0.00738024	-0.00121741	0.00738024	0.00859765	0.9914023
C12.3	1.93774981	-3.5867183	1.41755892	-1.77348942	2.09E-02	0.07146971	0.18267939	-0.28593316	0.18267939	0.46861255	0.5313875
C12.4	0.41656608	0.8439856	0.30473849	0.4173173	7.26E-03	0.02981157	0.15662399	0.29372196	0.15662399	0.45034595	0.5496541
C12.5	-1.46209924	-0.7965787	-1.06959722	-0.39387644	4.04E-02	0.01198571	-0.45229418	-0.06133389	0.45229418	0.51362806	0.4863719
C13.3	2.08745626	-7.2028943	1.52707652	-3.5615445	6.46E-03	0.07686176	0.05299915	-0.28828635	0.05299915	0.3412855	0.6587145
C13.4	0.81277943	0.7372535	0.59458797	0.36454252	2.64E-02	0.02174171	0.53030228	0.19933688	0.53030228	0.72963916	0.2703608
C13.5	-1.41367652	-0.7472324	-1.03417363	-0.36947668	5.03E-02	0.01406231	-0.64934845	-0.0828829	0.64934845	0.73223136	0.2677686
C14.2	3.21499958	-8.3595964	2.3519297	-4.13348767	3.83E-03	0.02588254	0.03090264	-0.09545095	0.03090264	0.1263536	0.8736464
C14.3	1.76629148	-3.7877851	1.29212875	-1.87290895	9.24E-03	0.04251057	0.07765566	-0.16315293	0.07765566	0.24080859	0.7591914
C14.4	0.67698761	0.7804836	0.4952496	0.38591806	1.82E-02	0.02414057	0.35950852	0.21829869	0.35950852	0.57780721	0.4221928
C14.5	-1.40285947	-0.7007792	-1.02626043	-0.34650739	4.66E-02	0.01164069	-0.58108164	-0.06624407	0.58108164	0.6473257	0.3526743

C15.3	1.46076829	-0.3986798	1.06862357	-0.19713129	3.32E-02	0.00247249	0.34755193	-0.01182718	0.34755193	0.35937911	0.6406209
C15.4	-0.10501683	0.4709178	-0.07682495	0.23285009	4.29E-04	0.00862414	-0.0082629	0.07590683	0.0082629	0.08416973	0.9158303
C15.5	-1.52501519	-0.9909641	-1.11562332	-0.48999229	2.84E-02	0.01200234	-0.27940346	-0.0538983	0.27940346	0.33330176	0.6666982
C16.3	3.10333523	-15.2852955	2.27024175	-7.55797018	3.57E-03	0.08653343	0.02879328	-0.31912242	0.02879328	0.3479157	0.6520843
C16.4	1.14250391	0.5084396	0.83579758	0.25140314	3.63E-02	0.00718086	0.49896971	0.04514538	0.49896971	0.5441151	0.4558849
C16.5	-0.85376085	-0.2196892	-0.62456789	-0.10862755	2.81E-02	0.00185903	-0.53380059	-0.01614729	0.53380059	0.54994788	0.4500521

Anexo C.7. Valores del ACM (A7 ↔ C1, C2, C3, C9, C13, C14, C16)

	Vectores propios		Coordenadas de las columnas		Contribuciones de las columnas		Calidad de representación de las columnas		Calidad de representación acumulada de las columnas		
	CS1	CS2	Comp1	Comp2	Axis1(%)	Axis2(%)	Axis1	Axis2	Axis1	Axis1:2	Axis3:12
C1.3	-1.2958114	-3.56982833	-0.9674367	-2.17949245	0.00399792	0.03034208	-0.01586328	-0.08051165	0.01586328	0.09637493	0.9036251
C1.4	-0.9513413	0.05333469	-0.7102596	0.03256251	0.0589001	0.00018512	-0.4221065	0.0008872	0.4221065	0.42299371	0.5770063
C1.5	0.8620781	0.06669516	0.6436168	0.04071949	0.05603332	0.00033538	0.46297707	0.00185315	0.46297707	0.46483021	0.5351698
C2.4	-0.9317832	0.13669886	-0.6956578	0.08345895	0.06615009	0.00142374	-0.55307402	0.00796045	0.55307402	0.56103447	0.4389655
C2.5	1.0648951	-0.15622727	0.7950375	-0.09538166	0.07560011	0.00162713	0.55307402	-0.00796045	0.55307402	0.56103447	0.4389655
C3.3	-2.9149511	-16.7953795	-2.1762663	-10.2541073	0.0067436	0.2238768	-0.02645886	-0.58741182	0.02645886	0.61387068	0.3861293
C3.4	-0.9954052	-0.15084734	-0.7431572	-0.09209704	0.04403696	0.00101133	-0.24941796	-0.00383052	0.24941796	0.25324848	0.7467515
C3.5	0.4768914	0.20522626	0.3560412	0.12529709	0.02220105	0.0041115	0.27354627	0.03387757	0.27354627	0.30742384	0.6925762
C9.3	-2.292463	-12.8940234	-1.7115244	-7.87220674	0.00834188	0.26389816	-0.03291366	-0.69631055	0.03291366	0.72922421	0.2707758
C9.4	-0.6118346	0.38599646	-0.4567881	0.23566298	0.03921674	0.01560882	-0.57380238	0.15272686	0.57380238	0.72652924	0.2734708
C9.5	1.8553717	-0.54703231	1.3851975	-0.33398043	0.12567507	0.01092479	0.65868295	-0.03829085	0.65868295	0.6969738	0.3030262
C13.3	-2.2218186	-10.8344442	-1.6587822	-6.61476886	0.01175352	0.27948853	-0.04663658	-0.741613	0.04663658	0.78824958	0.2117504
C13.4	-0.5670423	0.40569361	-0.4233467	0.2476887	0.03445039	0.01763435	-0.53766737	0.18404908	0.53766737	0.72171645	0.2782835
C13.5	1.9813373	-0.5301263	1.4792418	-0.32365878	0.13085658	0.0093678	0.66596061	-0.03188196	0.66596061	0.69784257	0.3021574

C14.3	-1.3413956	-3.61879303	-1.0014693	-2.20938693	0.01428049	0.10393383	-0.05899651	-0.28714063	0.05899651	0.34613714	0.6538629
C14.4	-0.4000323	0.38875365	-0.2986592	0.23734633	0.01790766	0.0169121	-0.32248258	0.20366647	0.32248258	0.52614905	0.4738509
C14.5	2.4075351	-0.64228738	1.7974358	-0.39213664	0.13340518	0.00949481	0.62048005	-0.02953221	0.62048005	0.65001226	0.3499877
C16.3	-1.2537271	-1.71659492	-0.9360171	-1.04803518	0.00374246	0.00701595	-0.01484963	-0.01861657	0.01484963	0.0334662	0.9665338
C16.4	-0.7196611	0.12942195	-0.5372901	0.07901617	0.0476808	0.00154207	-0.52323361	0.01131644	0.52323361	0.53455005	0.4654499
C16.5	1.4301946	-0.16169117	1.0677655	-0.09871755	0.09902608	0.0012657	0.58443294	-0.00499542	0.58443294	0.58942835	0.4105716

ANEXO D. Cartas de invitación a empresas

Ciudad Universitaria, 12 de agosto del 2016.

Dr. Juan José Miranda Del Solar
Presidente
Asociación Peruana de Productores de Software

Presente.-

Es grato dirigirnos ante usted para saludarle cordialmente y al mismo nos ponemos en contacto para informarle que, como parte de un estudio doctoral tenemos una propuesta que permitirá reducir los costos en el desarrollo de proyectos de software.

La propuesta consiste en un modelo que identifica los factores que afectan en la calidad de la "Captación de Requisitos" en el desarrollo de proyectos de software. Dado que en APESOFT están asociadas muchas empresas relacionadas en la industria del software, esta propuesta será de vital utilidad. Además, se sabe que, una de las causas del fracaso de los proyectos de software se encuentra en la "Captación de Requisitos" de los usuarios.


Por tal motivo, comunicamos nuestra intención de concretar una cita en la fecha y hora que a usted más convenga, para explicar a detalle la propuesta que ofrecemos.

Por la atención que se dé a la presente anticipo mis agradecimientos.

Saludos cordiales,


Dr. David Mauricio Sánchez
Docente de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática
Universidad Nacional Mayor de San Marcos




Mg. Lenis Wong Portillo
Docente de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
lwongp@unmsm.edu.pe, 962871942

Contacto: Mg. Lenis Wong Portillo/ e-mail: lwongp@unmsm.edu.pe/ Celular 962871942

Ciudad Universitaria, 12 de agosto del 2016.

Jorge Kaneko la Rosa
Gerente de Informática
Caja de Pensiones Militar Policial

Presente.-

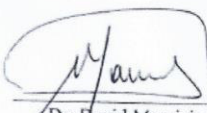
Es grato dirigirnos ante usted para saludarle cordialmente y al mismo nos ponemos en contacto para informarle que, como parte de un estudio doctoral tenemos una propuesta que permitirá reducir los costos en el desarrollo de proyectos de software.

La propuesta consiste en un modelo que identifica los factores que afectan en la calidad de la "Captación de Requisitos" en el desarrollo de proyectos de software. Dado que su área desarrolla sistemas y da mantenimiento a los sistemas existentes y deben captar las necesidades de los usuarios de las diferentes áreas de la organización, esta propuesta será de vital utilidad. Además, se sabe que, una de las causas del fracaso de los proyectos de software se encuentra en la "Captación de Requisitos" de los usuarios.

Por tal motivo, comunicamos nuestra intención de concretar una cita en la fecha y hora que a usted más convenga, para explicar a detalle la propuesta que ofrecemos.

Por la atención que se dé a la presente anticipo mis agradecimientos.

Saludos cordiales,


Dr. David Mauricio Sánchez
Docente de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática
Universidad Nacional Mayor de San Marcos




Mg. Lenis Wong Portillo
Docente de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
lwongp@unmsm.edu.pe, 962871942

Contacto: Mg. Lenis Wong Portillo/ e-mail: lwongp@unmsm.edu.pe/ Celular 962871942



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática

Sr. Jorge Miyake Carbajal
Sub Gerente de Sistemas
Seguros SURA

Presente.-

Es grato dirigimos ante usted para saludarlo cordialmente y al mismo nos ponemos en contacto para informarle que, como parte de un estudio doctoral tenemos una propuesta que permitirá reducir los costos en el desarrollo de proyectos de software.

La propuesta consiste en un modelo que identifica los factores que afectan en la calidad de la *Captación de Requisitos* de los usuarios en el desarrollo de proyectos de software. Puesto que en su empresa desarrolla diferentes tipos de soluciones de TI, esta propuesta será de vital utilidad. Además, se sabe que una de las causas del fracaso de los proyectos de software se encuentra en la Captación de Requisitos de los usuarios por ello esta etapa es muy importante en la construcción del software.

Para validar el modelo propuesto se ha elaborado una encuesta online de 22 preguntas, lo cual se pide su colaboración para que diferentes *Analistas de Sistemas* resuelvan esta encuesta. La encuesta se encuentra en forma digital en la siguiente dirección: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScFjlH9-ca9IMzk8RGxFJP_EBbN4KcKgdIZ4HmTW5g7Sd351A/formResponse

El resultado de este estudio nos dará una lista de factores que afectan en la *Captación de Requisitos*, positivamente y negativamente, lo cual será publicado en una revista científica y estará disponible para que lo puedan usar en su empresa.

Por la atención que se dé a la presente anticipo mis agradecimientos.

Saludos cordiales,

Ciudad Universitaria, 23 de septiembre del 2016.

Jorge Miyake Carbajal
Sub Gerente de Sistemas
Seguros SURA
23/09/2016

Mg. Lenis Wong Portillo
Docente investigador de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
lwongp@unmsm.edu.pe, 962871942



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática

Ing. Barba Rebaza Andrés Eduardo
Gerente de la Oficina de Sistemas
Ministerio Público – Fiscalía de la Nación



Presente.-

Es grato dirigirnos ante usted para saludarlo cordialmente y al mismo nos ponemos en contacto para informarle que, como parte de un estudio doctoral tenemos una propuesta que permitirá reducir los costos en el desarrollo de proyectos de software.

La propuesta consiste en un modelo que identifica los factores que afectan en la calidad de la *Captación de Requisitos* de los usuarios en el desarrollo de proyectos de software. Puesto que su institución desarrolla diferentes tipos de soluciones de TI, esta propuesta será de vital utilidad. Además, se sabe que una de las causas del fracaso de los proyectos de software se encuentra en la Captación de Requisitos de los usuarios por ello esta etapa es muy importante en la construcción del software.

Para validar el modelo propuesto se ha elaborado una encuesta online de 24 preguntas, lo cual se pide su colaboración para que diferentes *Analistas de Sistemas* resuelvan esta encuesta. La encuesta se encuentra en forma digital en la siguiente dirección: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScFjIH9-ca9IMzk8RGxFJP_EBbN4KcKedIZ4HmTW5g7Sd351A/formResponse

El resultado de este estudio nos dará una lista de factores que afectan en la *Captación de Requisitos*, positivamente y negativamente, lo cual será publicado en una revista científica y estará disponible para para su institución.

Por la atención que se dé a la presente anticipo mis agradecimientos.

Saludos cordiales,

Lima, 14 de noviembre del 2016.

Mg. Lenis Rossi Wong Portillo
Docente investigador de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
lwongp@unmsm.edu.pe, 962871942



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática

Sr. Ricardo Valega
Miembro del Consejo Directivo
Common Perú - Asociación de Usuarios de Tecnologías de la Información.

Presente.-

Es grato dirigirme ante usted para saludarlo cordialmente y al mismo nos ponemos en contacto para informarle que, como parte de un estudio doctoral tenemos una propuesta que permitirá reducir los costos en el desarrollo de proyectos de software.

La propuesta consiste en un modelo que identifica los factores que afectan en la calidad de la *Captación de Requisitos* de los usuarios en el desarrollo de proyectos de software. Puesto que en su empresa desarrolla diferentes tipos de soluciones de TI, esta propuesta será de vital utilidad. Además, se sabe que una de las causas del fracaso de los proyectos de software se encuentra en la Captación de Requisitos de los usuarios por ello esta etapa es muy importante en la construcción del software.

Para validar el modelo propuesto se ha elaborado una encuesta online de 22 preguntas, lo cual se pide su colaboración para que diferentes *Analistas de Sistemas* resuelvan esta encuesta. La encuesta se encuentra en forma digital en la siguiente dirección: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScFjIH9-ca9lMzk8RGxFJP_EBbN4KcKcdlZ4HmTW5g7Sd351A/formResponse

El resultado de este estudio nos dará una lista de factores que afectan en la *Captación de Requisitos*, positivamente y negativamente, lo cual será publicado en una revista científica y estará disponible para para todas las empresas que forman parte de esta asociación.

Por la atención que se dé a la presente anticipo mis agradecimientos.

Saludos cordiales,

Ciudad Universitaria, 22 de septiembre del 2016.



Mg. Lenis Wong Portillo
Docente investigador de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
lwongp@unmsm.edu.pe, 962871942



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática

Carlos Zambrano Green
Gerente de Sistemas Transaccionales y Pagos
NOVATRONIC

Presente.-

Es grato dirigimos ante usted para saludarlo cordialmente y al mismo nos ponemos en contacto para informarle que, como parte de un estudio doctoral tenemos una propuesta que permitirá reducir los costos en el desarrollo de proyectos de software.

La propuesta consiste en un modelo que identifica los factores que afectan en la calidad de la *Captación de Requisitos* de los usuarios en el desarrollo de proyectos de software. Puesto que en su empresa desarrolla diferentes tipos de soluciones de TI, esta propuesta será de vital utilidad. Además, se sabe que una de las causas del fracaso de los proyectos de software se encuentra en la Captación de Requisitos de los usuarios por ello esta etapa es muy importante en la construcción del software.

Para validar el modelo propuesto se ha elaborado una encuesta online de 22 preguntas, lo cual se pide su colaboración para que diferentes *Analistas de Sistemas* resuelvan esta encuesta. La encuesta se encuentra en forma digital en la siguiente dirección: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScFjIH9-ca9lMzk8RGxFJP_EBbN4KcKgdIZ4HmTW5g7Sd351A/formResponse

El resultado de este estudio nos dará una lista de factores que afectan en la *Captación de Requisitos*, positivamente y negativamente, lo cual será publicado en una revista científica y estará disponible para que lo puedan usar en su empresa.

Por la atención que se dé a la presente anticipo mis agradecimientos.

Saludos cordiales,

Ciudad Universitaria, 23 de septiembre del 2016.

Mg. Lenis Wong Portillo
Docente investigador de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
lwongp@unmsm.edu.pe, 962871942





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática

Sra. Blanca Argandoña
Jefa de desarrollo humano organizacional
MDP Consulting S.A.C.

Presente.-

Es grato dirigirnos ante usted para saludarlo cordialmente y al mismo nos ponemos en contacto para informarle que, como parte de un estudio doctoral tenemos una propuesta que permitirá reducir los costos en el desarrollo de proyectos de software.

La propuesta consiste en un modelo que identifica los factores que afectan en la calidad de la *Captación de Requisitos* de los usuarios en el desarrollo de proyectos de software. Puesto que en su empresa desarrolla diferentes tipos de soluciones de TI, esta propuesta será de vital utilidad. Además, se sabe que una de las causas del fracaso de los proyectos de software se encuentra en la Captación de Requisitos de los usuarios por ello esta etapa es muy importante en la construcción del software.

Para validar el modelo propuesto se ha elaborado una encuesta online de 22 preguntas, lo cual se pide su colaboración para que diferentes *Analistas de Sistemas* resuelvan esta encuesta. La encuesta se encuentra en forma digital en la siguiente dirección: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScFjH9-ca9IMzk8RGxJFP_EBbN4KcKgdIZ4HmTW5g7Sd351A/formResponse

El resultado de este estudio nos dará una lista de factores que afectan en la *Captación de Requisitos*, positivamente y negativamente, lo cual será publicado en una revista científica y estará disponible para que lo puedan usar en su empresa.

Por la atención que se dé a la presente anticipo mis agradecimientos.

Saludos cordiales,

Ciudad Universitaria, 22 de septiembre del 2016.



[Firma manuscrita]

[Firma manuscrita]

Mg. Ledis Wong Portillo
Docente investigador de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
lwongp@unmsm.edu.pe, 962871942



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática

Sr. Daniel Aguilar
Gerente de Cuenta
Teamsoft S.A.C

Presente.-

Es grato dirigirnos ante usted para saludarlo cordialmente y al mismo nos ponemos en contacto para informarle que, como parte de un estudio doctoral tenemos una propuesta que permitirá reducir los costos en el desarrollo de proyectos de software.

La propuesta consiste en un modelo que identifica los factores que afectan en la calidad de la *Captación de Requisitos* de los usuarios en el desarrollo de proyectos de software. Puesto que en su empresa desarrolla diferentes tipos de soluciones de TI, esta propuesta será de vital utilidad. Además, se sabe que una de las causas del fracaso de los proyectos de software se encuentra en la Captación de Requisitos de los usuarios por ello esta etapa es muy importante en la construcción del software.

Para validar el modelo propuesto se ha elaborado una encuesta online de 22 preguntas, lo cual se pide su colaboración para que diferentes *Analistas de Sistemas* resuelvan esta encuesta. La encuesta se encuentra en forma digital en la siguiente dirección: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScFjIH9-ca9IMzk8RGxFJP_EBbN4KcKedlZ4HmTW5e7Sd351A/formResponse

El resultado de este estudio nos dará una lista de factores que afectan en la *Captación de Requisitos*, positivamente y negativamente, lo cual será publicado en una revista científica y estará disponible para que lo puedan usar en su empresa.

Por la atención que se dé a la presente anticipo mis agradecimientos.

Saludos cordiales,

Ciudad Universitaria, 22 de septiembre del 2016.

Mg. Lenis Wong Portillo
Docente investigador de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
lwongp@unmsm.edu.pe, 962871942



ANEXO E. Producción científica sobre la Investigación

Anexo E.1. Lista de artículos científicos

Revista: Journal of Engineering Science and Technology, Malasia

Indexado por: Scopus, Web of Science, DOAJ.

URL: <http://jestec.taylors.edu.my/>

Factor de Impacto SJR (2017): 0.193, Q3.



Evolución de citas por años (Scimago Journal & Country Rank)

Título	Estado	Fecha de Presentación	Fecha de Publicación	Volumen (Issue)	Páginas
A Systematic Literature Review About Software Requirements Elicitation	Publicado	Mayo 2015	Febrero 2017	2 (2)	296 - 317
New Factors that Affect the Activities of the Requirements Elicitation Process	Publicado	Noviembre 2017	Julio 2018	13 (7)	1992 - 2015
Qualities that the Activities of the Elicitation Process Must Meet to Obtain a Good Requirement	Aceptado	Enero 2018	Octubre 2019	14 (5)	

Anexo E.2. Cartas de aceptación de artículos

Artículo 1: “A Systematic Literature Review About Software Requirements Elicitation”

Journal of Engineering Science and Technology
© School of Engineering, Taylor's University



Saturday, January 21, 2017

Letter of Acceptance

To Whom It May Concern:

This is to certify that **LENIS R. WONG, DAVID S. MAURICIO, and GLEN D. RODRIGUEZ** have submitted the article entitled

**“A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW ABOUT
SOFTWARE REQUIREMENTS ELICITATION”**

to our journal, **Journal of Engineering Science & Technology (JESTEC)**.

The paper has been reviewed and accepted for publication in

Volume 12, Issue 2 (February 2017).

Best regards

Dr. Abdulkareem Sh. Mahdi Al-Obaidi, CEng MIMechE
Executive Editor, Journal of Engineering Science & Technology
<http://jestec.taylors.edu.my/>

A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW ABOUT SOFTWARE REQUIREMENTS ELICITATION

LENIS R. WONG*, DAVID S. MAURICIO, GLEN D. RODRIGUEZ

Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad
Nacional Mayor de San Marcos, German Amezaga s/n, Lima 01, Lima, Perú
*Corresponding Author: lwongp@unmsm.edu.pe

Abstract

Requirements Elicitation is recognized as one of the most important activity in software development process as it has direct impact on its success. Although there are many proposals for improving this task, still there are issues which have to be solved. This paper aims to identify the current status of the latest researches related to software requirements elicitation through general framework for literature review, in order to answer the following research questions: Q1) What aspects have been covered by different proposal of requirements elicitation? Q2) What activities of the requirements elicitation process have been covered? And Q3) What factors influence on requirements elicitation and how? A cross-analysis of the outcome was performed. One of the results showed that requirements elicitation process needs improvements.

Keywords: Requirements elicitation, Requirements identification, Requirements engineering, Factors, Framework.

1. Introduction

According to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK) [1] the software development process consists of several phases as follows: Requirements gathering, analysis, design, architecture, implementation and maintenance. Requirements gathering are the first and the most important phase [2], since requirements are the descriptors of what the system should do, the services it offers and the restrictions on its operation, they reflect the needs of the users [3]. The broad spectrum of tasks and techniques performed to understand the requirements is known as Requirements Engineering [4]. It involves finding out what are the goals, needs as well as the expectations of stakeholders and communicate them to the developers [5]. Several activities for software development were proposed.

Artículo 2: “New Factors That Affect the Activities of the Requirements Elicitation Process”

Journal of Engineering Science and Technology
© School of Engineering, Taylor's University



Thu 03/05/2018 4:51 AM

Letter of Acceptance

To Whom It May Concern:

This is to certify that

LENIS R. WONG and DAVID S. MAURICIO

have submitted the paper entitled

***NEW FACTORS THAT AFFECT THE ACTIVITIES
OF THE REQUIREMENTS ELICITATION PROCESS***

The paper has been reviewed and accepted for publication in

Volume 13, Issue 7 (July 2018).

Best regards

Dr. Abdulkareem Sh. Mahdi Al-Obaidi, CEng MIMechE
Executive Editor, Journal of Engineering Science & Technology
<http://jestec.taylors.edu.my/>

NEW FACTORS THAT AFFECT THE ACTIVITIES OF THE REQUIREMENTS ELICITATION PROCESS

L. R. WONG*, D. S. MAURICIO

Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Nacional Mayor de San
Marcos, German Amezaga s/n, Lima 01, Lima, Perú

*Corresponding Author: lwongp@unmsm.edu.pe

Abstract

Given that requirements elicitation is one of the important stages in software development, many researchers agree that incorrect, incomplete and confusing requirements have a great negative impact on the quality, cost and delivery time of software projects. Therefore, factors that affect requirements elicitation and the activities of its process have been identified. However, there are no studies on what factors affect the activities Integration, Documentation and Refinement. Moreover, the theories of organizational behaviour, organizational learning, Technology acceptance model, among others, provide factors not studied in the area of requirements elicitation. The purpose of this research is to identify new factors that influence each activity of the requirements elicitation process and, consequently, the quality. Hence, in the present paper seven new factors that affect the activities of the requirements elicitation process are presented: learning capacity, negotiation capacity, permanent staff, perceived utility, confidence, stress, and semi-autonomous. In addition, 17 relationships (factor-activity) have been introduced. An empirical study was carried out on 182 respondents, obtaining, from the analysis of simple and multiple correspondences, that all the proposed factors have an influence between "High" and "Very high". Furthermore, the hypothesis test T-Students, with 95% confidence, verifies that 15 of the 17 relationships are valid.

Keywords: Activities, Factors, Requirements elicitation, Requirements engineering.

Artículo 3: "Qualities that the Activities of the Elicitation Process Must Meet to Obtain a Good Requirement"

Journal of Engineering Science and Technology
© School of Engineering, Taylor's University



Monday, January 21, 2019

Letter of Acceptance

To Whom It May Concern:

This is to certify that

LENIS R. WONG and DAVID S. MAURICIO

have submitted the paper entitled

***QUALITIES THAT THE ACTIVITIES OF THE ELICITATION
PROCESS MUST MEET TO OBTAIN A GOOD REQUIREMENT***

The paper has been reviewed and accepted for publication tentatively in

Volume 14, Issue 5 (October 2019).

Best regards

The online publication of this paper is subject to a payment of USD200.

Associate Professor Dr. Abdulkareem Sh. Mahdi Al-Obaidi, CEng MIMechE
Executive Editor, Journal of Engineering Science & Technology
<http://jestec.taylors.edu.my/>

QUALITIES THAT THE ACTIVITIES OF THE ELICITATION PROCESS MUST MEET TO OBTAIN A GOOD REQUIREMENT

LENIS R. WONG*, DAVID S. MAURICIO

Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, German Amezcua s/n, Lima 01, Lima, Perú

*Corresponding Author: lwongp@unmsm.edu.pe

Abstract

The quality of the requirement affects the work done in the later phases of the software development life cycle and, consequently, in the product. The requirements with poor quality increase the cost and the schedule of a project. Therefore, in recent years, different proposals have emerged on the elicitation of requirements. However, these investigations do not analyze how the activities contribute the elicitation process to obtain a "good requirement" and, consequently, in the quality of the product of software. Because getting a quality requirement depends on all the activities of the elicitation process as a whole, 54 relationships between the activities and the qualities of a good requirement were identified in this paper, to know which qualities must meet each activity. The relationships were obtained by analyzing the qualities that each activity requires to obtain a "good requirement". To demonstrate these relationships, an empirical study was conducted on 128 respondents, whereby the analysis of Simple and Multiple Correspondence were analyzed, showing that all relationships have a rating between "High" and "Very high". Thus, according to the test of the T-Student hypothesis, all proposed relationships are valid with 95% confidence.

Keywords: Activities of the requirements elicitation process, Quality, Requirements elicitation, Requirements engineering.

